

DE L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS

REVUE MENSUELLE

DÉCEMBRE 1957

Dixième année, N° 120

SOMMAIRE

	Pages
H. BODECHER, Contribution à l'étude des problèmes posés par l'utilisation des bétons légers. Le chantier de Noisy-le-Sec - 624 logements.	1319
Série : Gros Oeuvre (7)	
R. COMTET, Tendances internationales sur les méthodes d'installations électriques.	1335
Série : Équipement technique (58)	
G. DAWANCHE et A. CHAGNEAU, Expériences de relaxation des contraintes dans le béton précontraint.	1343
A. CHAGNEAU, Choix des contraintes admissibles initiales dans les aciers pour béton précontraint.	1353
Série : Béton précontraint (26)	
R. L'HERMINIER, Essai de poinçonnement sur un groupe de petits pieux (picots).	1359
Série : Sols et Fondations (27)	
Documentation technique réunie en septembre 1957.	1369
Documentation technique (110)	
H. MARCUS, Les contraintes virtuelles et la surface de moindre résistance au glissement à l'intérieur d'un massif.	1383
Série : Théories et méthodes de calcul (28)	
Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics. Nouvelle série. Tables systématique et par noms d'auteurs des articles parus en 1957.	1403
Hors série (11)	

En supplément

NOTES D'INFORMATION

- NI 30 Plâtre, retardateurs de prise et moisissures.
NI 31 Anti-gel.
NI 32 Protection du personnel contre les machines bruyantes.

NOTE TECHNIQUE

- NT 11 Essai de cordes à nœuds.

CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES
ET DE DOCUMENTATION TECHNIQUE

6, RUE PAUL-VALÉRY, PARIS (XVI^e)

LABORATOIRES DU BATIMENT
ET DES TRAVAUX PUBLICS

12, RUE BRANCION, PARIS (XV^e)

BUREAU SECURITAS

4, 6, RUE DU COLONEL DRIANT, PARIS (I^{er})

CENTRE D'INFORMATION ET DE
DOCUMENTATION DU BATIMENT

100, RUE DU CHERCHE-MIDI, PARIS (VI^e)

Édité par La Documentation Technique du Bâtiment et des Travaux Publics

(Société à responsabilité limitée au capital de 3 000 000 F)

C. C. P. PARIS 8524-12

6, rue Paul-Valéry, PARIS-XVI^e

Tél. : KLÉber 48-20

SESSION 1957-1958 DES CONFÉRENCES DU CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

Programme des séances de janvier à juillet 1958

(Des modifications peuvent être apportées à ce programme en cours de session; elles seront portées à la connaissance de nos adhérents par les ANNALES qui rappellent, sur chaque couverture, les conférences du mois suivant la parution du numéro.)

MARDI 7 JANVIER 1958*, à 17 h 30, 7, rue La Pérouse

sous la présidence de M. DOLLET,
Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées
du département de l'Ain

RECONSTRUCTION DU PONT DE CHAZEY SUR LA RIVIÈRE D'AIN

par M. J. COURBON, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées,
Directeur des Études à la Société des Grands Travaux de Mar-
seille.

Projection d'un film réalisé par le Service des Ponts et Chaussées de
l'Ain.

MARDI 14 JANVIER 1958, à 17 h 30, 7, rue La Pérouse

sous la présidence de M. A. CAQUOT,
Membre de l'Institut

LE QUATRIÈME CONGRÈS INTERNATIONAL DE MÉCANIQUE DES SOLS (Londres, août 1957)

par M. Y. TCHENG, Docteur ès Sciences, Chef de Section au
Centre Expérimental de Recherches et d'Études du Bâtiment
et des Travaux Publics.

JEUDI 16 ET VENDREDI 17 JANVIER 1958, 7, rue La Pérouse

Deuxième Session d'études organisée par l'Association Scientifique
de la Précontrainte (réservée aux Membres de
cette association)

INCONVÉNIENTS ET INCIDENTS DE MISE EN ŒUVRE CONSTATÉS SUR LES CHANTIERS

LA RÉSISTANCE À LA FLEXION COMPTE TENU DE L'EFFORT TRANCHANT

MARDI 21 JANVIER 1958, à 17 h 30, 7, rue La Pérouse

LE BARRAGE DE MAUVOISIN. SON EXÉCUTION ET SES INSTALLATIONS DE CHANTIER

par M. J.-P. COLOMB, Directeur Technique aux Entreprises Conrad
Zschokke à Genève.

MARDI 28 JANVIER 1958*, à 17 h 30, 7, rue La Pérouse

LE CENTRE HOSPITALIER DE LAON

par M. A. CROIZE, Architecte D.P.L.G.

MARDI 4 FÉVRIER 1958, à 17 h 30, 7, rue La Pérouse

sous la présidence de M. Paul TOURNON,
Architecte en Chef des Bâtiments Civils et Palais Nationaux,
ancien Directeur de l'École Nationale Supérieure des Beaux-Arts,
Membre de l'Institut

LA DÉFENSE CONTRE LE BRUIT DANS LES CONSTRUCTIONS

par M. L. CONTURIE, Ingénieur en Chef des Télécommunications.

JEUDI 6 FÉVRIER 1958, à 17 h, 3, rue de Lutèce

L'EMPLOI DU BOIS DANS LE BATIMENT ET LA CONSTRUCTION

Exposés présentés par le Centre Technique du Bois.

Conférences organisées par la Société des Ingénieurs Civils de France
et l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics avec le
concours de l'Association Française des Ponts et Charpentes

LE PONT RAIL-ROUTE D'ABIDJAN

VENDREDI 7 FÉVRIER 1958, à 20 h 45, 19, rue Blanche

sous la présidence de M. FOUGEA,
Président de la Société des Ingénieurs Civils de France

Exposé général et conception, par M. N. ESQUILLAN, Directeur
Technique des Entreprises Boussiron, Président de la première
section de la Société des Ingénieurs Civils de France. —
Projection d'un film.

MARDI 11 FÉVRIER 1958, à 17 h 30, 7, rue La Pérouse

sous la présidence de M. MILLIER,
Ministre des Travaux Publics de la Côte d'Ivoire

Détails de réalisation. Exécution des travaux, par M. Jean FRAN-
ÇOIS, Chef d'études aux Entreprises Boussiron.

MARDI 18 FÉVRIER 1958, à 17 h 30, 7, rue La Pérouse

LE MARCHÉ-GARE DE TOULOUSE

par M. F. PRAT, Ingénieur en Chef de la ville de Toulouse.

MARDI 25 FÉVRIER 1958*, à 17 h 30, 7, rue La Pérouse

LES BATIMENTS DE L'U. N. E. S. C. O.

par MM. B. ZEHRFUSS, Architecte D.P.L.G., premier Grand Prix
de Rome; P. L. NERVI, Ingénieur, BERNARD, représentant
de la participation « Société Dumez-Entreprise Fourré et
Rhodes », et HAHN, Ingénieur aux Études, de la Société
Dumez.

du 28 FÉVRIER au 9 MARS 1958

au Parc des Expositions — porte de Versailles

A l'occasion des Journées-Exposition de la Peinture organisées par la
Revue « Travaux de Peinture ».

Conférences sous le patronage de l'Institut Technique
(l'horaire et les sujets seront précisés ultérieurement)

MARDI 4 MARS 1958, à 17 h 30, 7, rue La Pérouse

Le programme de cette séance sera annoncé ultérieurement.

*Séance organisée avec l'Association Française des Ponts et Charpentes.

Série : GROS ŒUVRE (7)

CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

SÉANCE DU 9 MAI 1956

SOUS LA PRÉSIDENTENCE DE **M. J. DUVAUX**

Président du Conseil Supérieur de l'Ordre des Architectes



CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES PROBLÈMES POSÉS PAR L'UTILISATION DES BÉTONS LÉGERS

Le chantier de Noisy-le-Sec — (624 logements)

Par **M. Henri BODECHER**
Architecte D. P. L. G.

PRÉSENTATION DU PRÉSIDENT

M. Stéphane Claude — Je veux simplement, au nom de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics et en votre nom, remercier M. le Président Duvaux, qui malgré ses nombreuses occupations, a bien voulu distraire quelques instants pour venir présider cette conférence. C'est pour lui un gros effort dont nous sommes très touchés.

M. le Président. — Je vous remercie, mais si je suis venu c'est en premier lieu parce que j'éprouve beaucoup de sympathie pour l'Institut Technique. En second lieu, et surtout, parce que je veux dire publiquement en quelle estime je tiens M. Bodecher et sa femme qui ont, tous les deux, accompli une œuvre admirable telle que nous la comprenons, c'est-à-dire une œuvre d'architectes pour lesquels la composition est une chose essentielle, mais qui savent, sans rien sacrifier à l'esthétique, utiliser au mieux les matériaux et les techniques modernes.

Sans vouloir innover à tout prix, l'architecture de M. Bodecher est si intimement liée à l'utilisation des techniques et des matériaux nouveaux que l'on ne peut concevoir l'évolution de l'une sans l'autre, c'est pourquoi je lui passe la parole afin qu'il vous expose les conditions qui ont présidé à sa nouvelle et belle réalisation.

RÉSUMÉ

Le conférencier rappelle d'abord les conditions de fabrication du béton cellulaire Siporex constitué de sable de Fontainebleau, de liant et de poudre d'aluminium et traité à l'autoclave de manière à provoquer une réaction silicocalcaire. Sa densité peut varier de 0,4 à 0,8 et sa résistance est suffisante pour que l'on puisse l'utiliser en murs portants sur plusieurs étages.

Il montre ensuite diverses applications du Siporex et particulièrement l'opération de Noisy-le-Sec, dont il indique les détails de construction et le prix de revient.

SUMMARY

The speaker first reminds his listeners of the conditions of making Siporex cellular concrete consisting of Fontainebleau sand, binder and aluminium powder, and treated in the autoclave in such a way as to produce a silicocalcareous reaction. Its density may vary from 0.4 to 0.8, and its strength is such that it may be used for bearing walls on several storeys. He then shows various examples of the use of Siporex, in particular the construction site at Noisy-le-Sec, of which details and costs are given.

EXPOSÉ DE M. BODECHER

INTRODUCTION

Le fait d'avoir construit, en collaboration avec nos confrères, Robert Genermont, Julien Heulot et Yves Thibault, 624 logements répartis en dix-sept bâtiments, dont tous les murs qu'ils soient porteurs ou en remplissage, sont en béton léger, nous imposait de venir vous apporter aujourd'hui, et dans le seul but de vous aider dans votre tâche si lourde, le résultat d'une expérience importante et concluante.

L'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, qui s'est chargé de l'organisation de cette conférence, doit être vivement remercié des efforts qu'il fait pour nous permettre de profiter les uns et les autres, des expériences de chacun.

Nous avons cru devoir, avant tout, vous dire quelques mots sur ce que sont les bétons légers.

Nous parlerons donc :

- 1° De leurs origines;
- 2° De leurs caractéristiques techniques;
- 3° Des possibilités d'emploi;
- 4° Des expériences d'utilisation;
- 5° De l'emploi du « Siporex » au chantier de Noisy-le-Sec et les conclusions qui en découlent.

I. — DES ORIGINES DES BÉTONS LÉGERS

C'est au cours d'un voyage d'étude en Suède, pendant l'été 1951, que M^{me} Bodecher et moi, avons découvert un béton cellulaire, le Siporex » qui peut être classé dans la catégorie des « bétons légers » ou, pour mieux dire des « bétons allégés », suivant la définition de M. J.-P. Lévy, dont l'ouvrage fait autorité en la matière.

Le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment a donné une définition particulière du béton cellulaire : « Il résulte de la prise et du durcissement d'un mélange de liants hydrauliques et d'agréats ayant subi un traitement mécanique, physique ou chimique destiné à créer dans la masse un pourcentage important de petites cavités fermées ».

Une définition plus complète et qui caractérise mieux les qualités de base des « bétons cellulaires » en général, nous est proposée par M. J.-P. Lévy :

« Le béton cellulaire résulte de la prise et du durcissement d'un mélange de liants hydrauliques et d'agréats très fins. Ce mélange subit un ou plusieurs traitements mécaniques, physiques ou chimiques destinés à créer dans la masse un pourcentage de vides très important. Ces vides sont constitués de pores (ou cellules) sphériques, régulièrement répartis dans la masse et tous d'égale dimension. Les pores, une fois formés, doivent rester indéformables et ne pas se déplacer au cours de toutes les opérations subies par le mélange lors de son traitement et après la fin de celui-ci. Le diamètre des pores est le plus généralement de l'ordre du millimètre, cette dimension n'étant pas impérative. Un béton cellulaire répondant à cette définition possède une densité apparente très fortement inférieure à celle d'un béton ordinaire bien compacté ».

« L'idée d'alléger le béton en remplaçant certains agrégats par des vides d'air, n'est pas nouvelle. »

« En 1889, un habitant de Prague, Hofman, prenait un brevet, dont le principe consistait à créer au sein d'une pâte de mortier, des bulles gazeuses obtenues par l'action de l'acide chlorydrique sur du bicarbonate de soude. »

« Il s'agissait donc d'un « béton gaz ».

En ce qui concerne l'emploi du ciment, ce procédé n'eut aucun développement.

Il permit toutefois à son inventeur de fabriquer des éléments de cloison en plâtre cellulaire très satisfaisants.

En 1917, un brevet hollandais consistait à créer un dégagement gazeux à l'aide de levures organiques.

C'est en 1919 seulement que fut pris par Grosche de Berlin, le premier brevet comportant l'emploi de poudres métalliques pour le dégagement de gaz, principe qui a pris depuis, une extension considérable.

C'est à Stockholm, en 1923, qu'Eriksson, celui que l'on considère comme le père des bétons cellulaires, prit un brevet et c'est à partir de ce moment que ces matériaux ont commencé à se faire une place sur le marché.

Il y a eu, depuis cette date, de nombreux brevets, apportant chacun des améliorations aux précédents ou faisant appel à des procédés différents.

Il en existe, à ce jour, plus d'une soixantaine.

A ce sujet, le livre si documenté que Jean-Pierre Lévy a consacré à ce problème ⁽¹⁾ peut être consulté utilement.

Nous passerons rapidement sur d'autres catégories de bétons légers, les « bétons mousses », liés aux progrès de la chimie organique.

Le nombre de brevets de bétons mousses paraît encore plus important que celui des brevets relatifs aux bétons gaz.

Toutes ces recherches sont surtout du domaine des laboratoires, car la mise au point de la fabrication des produits, dont nous allons exposer les caractéristiques techniques, a demandé beaucoup de temps et des mises de fonds considérables.

II. — CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

L'étude des origines des « bétons gaz » nous permet de dégager l'existence de trois catégories de bétons légers, catégories liées aux moyens employés pour créer ce dégagement de gaz nécessaire à la formation des alvéoles.

Premier groupe.

Utilisation du premier brevet connu :

Incorporation à la pâte de deux produits chimiques, soit : acide chlorydrique et bicarbonate de soude, ou

⁽¹⁾ Les bétons légers par J.-P. Lévy. Éditeur Eyrolles, 61, boulevard Saint-Germain, Paris, (5^e).

réaction de l'eau oxygénée sur le chlorure de chaux, ou encore décomposition de carbure de calcium en présence de l'eau de gâchage avec dégagement d'acétylène.

Deuxième groupe.

Utilisation de la réaction de poudres métalliques, finement divisées sur la chaux libre du ciment. On obtient formation d'un sel de chaux et dégagement d'hydrogène, procédé qui s'est révélé le plus économique; c'est la poudre d'aluminium, comme agent de production de gaz, qui est le plus souvent employée. Il peut nécessiter, si le ciment est pauvre en chaux, une addition convenable de ce produit.

Troisième groupe.

A citer uniquement à titre de curiosité :

Utilisation de levures organiques, fermentations lactiques et, même, dégagement gazeux provoqué par électrolyse de l'eau.

Ce sont des produits du deuxième groupe, qui ont été à la base des « bétons légers autoclavés », ceux qui nous intéressent ici.

La mise au point définitive de ces « bétons légers autoclavés » n'a pas demandé moins d'une vingtaine d'années. Leur succès, en Suède, est si éclatant à l'heure actuelle, qu'ils ont pratiquement supplanté la brique et le bois, matériaux traditionnels de ce pays.

Procédés de fabrication.

Quelques mots sur les procédés de fabrication industrielle des bétons légers :

Parmi eux, on peut distinguer :

- 1° Les bétons à base de ciment et de sable siliceux.
- 2° Ceux à base de schiste bitumeux et chaux.
- 3° Et, tout dernièrement, un dérivé du deuxième procédé, emploi de cendres volantes des centrales thermiques et chaux.

Le béton cellulaire « Siporex », que nous avons employé à Noisy, fait partie des bétons de la première catégorie. Il est assez répandu puisque les brevets qui le définissent sont exploités dans quinze pays différents.

Les procédés de fabrication ont été mis au point par deux ingénieurs suédois, MM. Yvar Eklund et Lenard Forsen, spécialistes des ciments qui, après avoir fait des expériences sur des bétons à air occlus ont constaté que si le matériau était durci à la vapeur sous haute pression, il acquerrait des propriétés de beaucoup supérieures à celles que possédait le même matériau simplement durci à l'air ambiant.

La qualité des liants est primordiale dans la fabrication; l'importance de la réaction dépendra de la quantité de chaux pouvant entrer en réaction (et bien entendu, aussi, celle de la poudre d'aluminium).

Nous ne pouvons, ici, nous étendre davantage sur ce problème, mais nous nous permettons simplement d'attirer votre attention sur les difficultés de la fabrication, et des qualités qu'exige la constitution de ce matériau. Un contrôle constant de cette fabrication est capital.

La question des agrégats est aussi importante que celle des liants. Ils interviennent par leur finesse, et dans le cas des bétons autoclavés, par leur teneur en silice.

Les agrégats types sont des sables siliceux fins. Il y a souvent intérêt à rebroyer le sable pour augmenter sa surface spécifique (action de surface dans les réactions entre solides) et sa réactivité.

D'autres agrégats peuvent être employés, et nous signalerons plus spécialement les résidus de schistes bitumeux et les cendres volantes provenant des centrales thermiques.

La composition moyenne des cendres convient parfaitement pour l'obtention d'un matériau de qualité, même quand les teneurs en imbrûlés sont élevées.

Évidemment, il est nécessaire de suivre régulièrement leur composition puisque la qualité du produit obtenu en dépend.

Or, il y a des variations inévitables dans une fabrication industrielle, surtout qu'il s'agit là d'un sous-produit sans valeur; ce point ne doit pas être négligé.

En tous cas, quelles que soient les difficultés passagères de mise au point, l'efficacité des cendres volantes, matériau extrêmement fin et siliceux, est d'ores et déjà démontrée.

En résumé, le grand principe de fabrication de ce type de béton consiste à provoquer dans une pâte constituée par du ciment et un agrégat très fin, sable contenant au minimum 70 % de silice, un dégagement gazeux par la réaction de poudre d'aluminium sur la chaux libre du ciment.

Le mélange ainsi expansé par le dégagement d'hydrogène est coulé dans des moules métalliques, puis traité à l'autoclave pendant quelque 24 heures, à une température de 175/180° sous une pression de 8 à 10 atmosphères.

Il est nécessaire de noter que le béton léger autoclavé n'a plus aucun rapport avec le béton ordinaire tel qu'on le connaît sur les chantiers; l'autoclavage fait que les réactions d'hydratation des liants hydrauliques sont remplacées par la réaction de la silice du sable sur la chaux du liant, de telle sorte que le produit fini n'est plus un mortier hydraulique, mais un matériau silico-calcaire léger, en fait, un monosilicate de calcium.

Si vous voulez bien nous permettre une définition moins savante, rappelez-vous la brique silico-calcaire et supposez que cette brique ait été soumise à un traitement chimique pour l'« alléger », et vous aurez le « Siporex ».

Dès les sorties des autoclaves, le matériau est utilisable; il est blanc, résistant, stable, et extrêmement léger.

Autres propriétés importantes.

— Absence de retrait (2 à 4/10 de millimètre dans les conditions de laboratoire);

— N'est pas gélif et n'absorbe que peu l'humidité.

Indifférence chimique

Absence de tous agents actifs susceptibles de provoquer la rouille, les fissures ou la corrosion des enduits et peintures.

Retrait

Pratiquement neutre.

Dilatation

Le coefficient de dilatation du Siporex est de :

0,000 008,

chiffre légèrement inférieur à celui du béton ordinaire.

Résistance au gel

Absolument réfractaire au gel, d'où son emploi intense en Suède.

Capillarité

Coefficient de capillarité très faible.

Isolation thermique

Grand pouvoir isolant contre la chaleur sèche.

Quelques exemples de déperdition calorifique de murs d'épaisseurs diverses, enduits aux deux faces (suivant les densités, car le Siporex est fabriqué aux densités de 0,4-0,5-0,6-0,7 et exceptionnellement 0,8) :

— En densité 0,5, le coefficient K est de :

0,89	pour un mur de 0,15 d'épaisseur
0,71	» » 0,20 »
0,58	» » 0,25 »
0,50	» » 0,30 »

— Et le poids par mètre carré du mur enduit a, suivant l'épaisseur les valeurs suivantes :

0,15 d'épaisseur	: 135 kg
0,20 »	: 165 kg
0,25 »	: 195 kg
0,30 »	: 225 kg

— En densité 0,6, les valeurs sont les suivantes :

	Coefficient K	Poids au m ²
Mur de 0,15.....	1,01	150 kg
» 0,20.....	0,81	185 kg
» 0,25.....	0,67	220 kg
» 0,30.....	0,57	255 kg

Résistance à la compression par rapport à la densité :

Densité	de 0,4	minimum	15 kg/cm ²	moyenne	20 kg/cm ²
» 0,5	»	30 kg/cm ²	»	34 kg/cm ²	»
» 0,6	»	40 kg/cm ²	»	45 kg/cm ²	»
» 0,7	»	50 kg/cm ²	»	60 kg/cm ²	»
» 0,8	»	60 kg/cm ²	»	70 kg/cm ²	»

Ces chiffres indiquent que l'on peut construire en éléments portants.

Résistance au feu

Ayant une très faible conduction thermique, ce matériau a une bonne tenue au feu.

Des essais sur des plaques de 2,5 cm d'épaisseur en densité 0,5 placées pendant 24 heures sur une flamme de propane à 1 600° ont montré que la deuxième face ne dépassait jamais 140°, et ce, sans altération pour la structure du matériau.

Isolation acoustique

Il n'est pas considéré *a priori* comme un matériau d'isolation acoustique. Par contre, son pouvoir absor-



FIG. 1. — Débitage à la scie.

bant peut intervenir dans les cas de correction acoustique.

On peut facilement scier ce matériau et le clouer. Cette facilité varie naturellement avec sa densité (fig. 1).

Fragilité

Par contre, ce béton cellulaire est assez fragile et nécessite certaines précautions au transport et à la mise en œuvre.

III. — POSSIBILITÉS D'EMPLOI

Voyons d'abord sous quelles formes se présente ce béton léger (fig. 2).

Le bloc de coulée limité aux dimensions des moules soit de 4 à 6 m de long
2 à 3 m de large
0,30 à 0,60 de haut

est de capacité utile variant de 3 à 6 m³, suivant les dimensions des autoclaves.

En général, ces moules comportent un quadrillage de fils de sciage disposés dans le fond.

On les relève à volonté pour effectuer le sciage avant l'entrée en autoclave.

On peut également mettre des tôles de séparation entre les dalles coulées individuellement.

Ce produit peut se présenter sous différentes formes :



FIG. 2. — Montage d'une paroi.

A. — Dalles d'isolation.

En particulier, pour isoler extérieurement des murs en béton armé, coffrage sur une face, voûtes, terrasses.

B. — Parpaings de construction.

Dimensions courantes { longueur 0,50
hauteur 0,25
épaisseur de 0,15 à 0,30 (de 2,5 en 2,5 cm).

Les parpaings de construction sont utilisés soit comme remplissage de constructions hautes à ossature, soit comme *matériau porteur* pour des constructions jusqu'à six étages suivant les charges rapportées au rez-de-chaussée.

Les densités courantes sont :

0,5 (employé comme remplissage ou isolant)
0,6 (employé comme matériau porteur)
et 0,7

La densité 0,8 n'est pas à conseiller, car sa fabrication plus délicate est moins constante en qualité.

En pratique, ces matériaux contiennent un certain pourcentage d'humidité qui, à la livraison, est voisin de 20 %.

Voici quelques chiffres indiquant la déperdition calorifique des murs, compris les enduits, et suivant leurs épaisseurs :

	ÉPAISSEUR DU MUR			
	15	20	25	30
<i>Densité 0,5.</i>				
Coefficient K.	0,89	0,71	0,58	0,50
Poids au m ² en kg.	135	165	195	225
<i>Densité 0,6.</i>				
Coefficient K.	1,01	0,81	0,67	0,57
Poids au m ² en kg.	150	185	220	255
<i>Densité 0,7.</i>				
Coefficient K.	1,09	0,87	0,73	0,62
Poids au m ² en kg.	165	205	245	285

Mise en œuvre.

Voici les précautions indispensables à prendre :

1° Asperger d'eau copieusement les blocs avant de les poser (soyez très exigeants sur ce point).

2° Les joints doivent être aussi minces que possible, environ 10 mm.

Deux méthodes de pose : joints pleins pour les blocs porteurs et joints à deux cordons parallèles de mortier, méthode à employer uniquement pour les remplissages ; cette dernière méthode offrant une meilleure isolation thermique.

3° *Mortier de pose.* Ceci est très important.

Le mortier de ciment est à éliminer afin d'éviter l'apparition des joints, même avec les meilleurs enduits.

Le mortier de pose idéal pour ce genre de matériau est le mortier bâtard, qui a, en plus, l'avantage de faire moins de retrait que le mortier de ciment.

En Suède, pays d'origine de ces matériaux, le mortier bâtard est composé ainsi :

On prépare deux mortiers, le premier en chaux grasse composé d'une part de liant pour quatre de sable. Le deuxième, en ciment composé dans les mêmes proportions.

Puis, on prend deux parts de mortier de chaux grasse pour une part de mortier de ciment.

Des agitateurs verticaux brassent constamment les mortiers dans les auges de réserve.

Malheureusement, en France, la chaux grasse se trouve difficilement chez les négociants en matériaux, aussi prend-t-on de la chaux hydraulique, ce qui rend en définitive, le mortier moins inerte. En résumé, un mortier de chaux seul serait préférable.

A Noisy-le-Sec, où plus de 4 000 m³ de Siporex ont été employés, le mortier utilisé fut un mortier bâtard chaux-ciment dans les proportions de un volume de ciment pour deux volumes de chaux et 9 à 15 volumes de sable, mélange qui nous a donné satisfaction.

4° *Chaînages et appuis des poutres et linteaux.*

Il ne faut pas oublier que ce type de matériau ne supporte absolument pas de travailler *en traction* et il faut

lui éviter cette contrainte par des astuces de mise en œuvre.

Par exemple, pour les chaînages, éviter les sections trop importantes, afin que le retrait du béton ne risque pas d'occasionner des fissures dans les murs.

Pour toutes les pièces préfabriquées, appuis, linteaux, etc..., ne poser ces éléments que lorsque le retrait initial de l'élément est fait au maximum, environ deux mois après la coulée et même si possible quatre-vingt-dix jours.

Dans le cas de coulage sur place, réserver un joint sec sans mortier, qui sera bourré après coup.

Cette précaution est d'ailleurs valable avec d'autres matériaux que les bétons légers : parpaings de ciment, pouzzolane, etc...

5° Enduits

Sur ce matériau, tous les enduits peuvent être appliqués. Partez du principe d'humidifier largement les faces à traiter, quelle que soit la nature du revêtement.

Avant d'aborder notre quatrième chapitre « Expériences d'utilisation », expériences personnelles, dont nous vous parlerons sans réticence, laissez-nous vous dire quelques mots sur d'autres éléments de même provenance et qui présentent beaucoup d'intérêts, éléments que nous avons du reste utilisés.

Nous voulons parler des « dalles armées ».

Ces dalles armées sont fabriquées dans les mêmes densités que les blocs.

Leur largeur est de 0,50 (hauteur maximum du bloc de coulée), la longueur maximum est de 5,00.

Les épaisseurs varient suivant la portée et la charge imposées, elles vont de 0,10 à 0,20 en variant de 0,025.

Les longueurs varient également en multiples de 0,25.

Vous avez donc des dalles monolithes préfabriquées pouvant constituer des « planchers », des « plaques murs », des « dalles toitures ».

Ci-dessous quelques chiffres vous indiquant les possibilités de charges en rapport avec la longueur, l'épaisseur et la densité employée.

Densité 0,5.

SURCHARGE MAXIMUM par m ² de dalle pour une portée de	ÉPAISSEUR DE LA DALLE EN CM				
	10	12,5	15	17,5	20
2 m	400	700	1 000	1 200	1 400
3 m	—	250	350	600	900
4 m	—	—	150	250	450
5 m	—	—	—	150	200
Poids par m ² de dalle	55	68	80	95	110

Densité 0,8.

SURCHARGE MAXIMUM par m ² de dalle pour une portée de	ÉPAISSEUR DE LA DALLE EN CM				
	10	12,5	15	17,5	20
2 m	1 300	1 600	1 900	2 500	2 900
3 m	500	800	1 100	1 500	1 800
4 m	—	300	500	800	1 200
5 m	—	—	300	400	650
Poids par m ² de dalle	92	115	138	160	184

Résistance

L'armature des dalles est calculée pour chaque dalle en fonction de ses dimensions et des surcharges applicables au plancher, avec un coefficient de sécurité au moins égal à 3.

Pose des dalles de plancher

Les dalles sont posées directement sur leurs appuis, la largeur minimum des appuis étant de 7 cm, qui peuvent être indifféremment en fer, bois, béton armé ou tous autres matériaux.

C. — Dalles toitures.

Toiture par dalles, reposant de ferme à ferme, de panne à panne ou de mur à mur, jusqu'à 5,00 m de portée et toutes surcharges (fig. 3).

Dimensions

Largeur : 50 cm

Épaisseur : de 7,5 cm à 20 cm (de 2,5 cm en 2,5 cm)

Longueur : de 1 à 5 m (normalement multiples de 0,25 m).

La longueur réelle est inférieure de 1 cm à la longueur théorique, pour ménager la place des joints.

Des dalles de largeur inférieure à 50 cm ainsi que certaines pièces spéciales peuvent également être fabriquées suivant ce procédé.



FIG. 3. — Pose des dalles de couverture.

Charges

Les dalles sont calculées pour supporter des charges se décomposant ainsi :

- Poids propre
- Poids de la neige (selon les cycles N. V. 46)
- Pression du vent (selon les cycles N. V. 46)
- Poids d'un homme
- Surcharges autres, telles qu'étanchéité, plâtre, etc...

Le coefficient de sécurité minimum est pris égal à 3.

Comme vous le verrez plus loin, nous avons utilisé ces éléments armés, mais uniquement en toiture.

Sachez que les armatures enrobées dans ce béton subissent un traitement de protection, car le grand point d'interrogation n'est-il pas dans l'efficacité de cette protection?

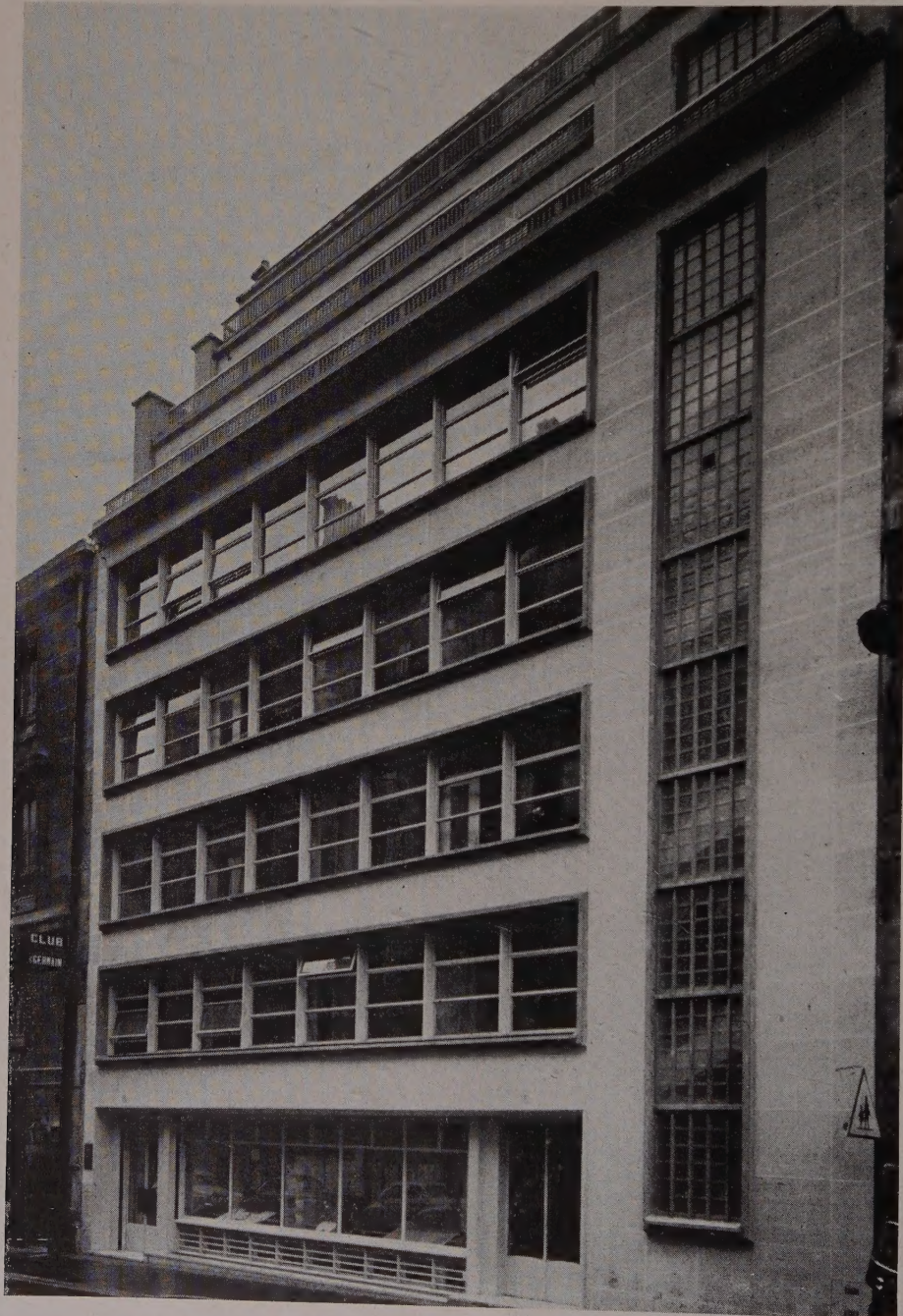


FIG. 4. — Immeuble, 15, rue Saint-Benoît à Paris (Compagnie Française d'Entreprises Générales). (Photo Nobécourt.)

IV. — EXPÉRIENCES D'UTILISATION

Compte tenu de ces quelques indications voici quelques réalisations particulières.

Immeuble, 15, rue Saint-Benoît à Paris (fig. 4).

(Compagnie Française d'Entreprises Générales).

La façade, dans les quatre premiers étages, n'est pas porteuse.

Le béton cellulaire a été employé pour constituer les allèges avec revêtement extérieur en dalles de pierre.

L'ossature en béton existe jusqu'au sixième étage inclus; seul, dans la hauteur du septième étage, le Siporex est porteur.

Les murs des cinquième, sixième et septième étages ont été revêtus de ciment pierre, directement appliqué sur le Siporex.

Les résultats de cette première expérience ne furent pas parfaits, mais les défauts constatés sont dus au manque d'expérience à la mise en œuvre :

Emploi du ciment comme liant au lieu de mortier bâtard, manque d'humidification des blocs avant emploi. Par contre, les enduits extérieurs ont parfaitement tenu.

Il faut dire, que dans l'ensemble, l'exécution fut impeccable et les légères, très légères fissurations constatées à l'intérieur, sont sans importance; seuls, dans

certaines parties, les joints des blocs apparaissent en transparence, malgré l'enduit en plâtre et la peinture.

C'est uniquement l'emploi du ciment comme liant, qui en est cause, et probablement aussi est-il responsable des légères fissurations, car les blocs fournis étaient impeccables, bien dressés. Le « premier client » avait été gâté, mais pas assez informé.

Dépôt de la Société Électrolux à Bezons (fig. 5).

(Entreprise : Société Alforienne de Travaux Publics à Paris).

A la même époque, c'était pendant l'été 1953, l'étude de ce dépôt était entreprise pendant que, parallèlement les premiers éléments de Siporex commençaient à sortir de l'usine de Maise.

Une visite à l'usine nous montrait le sérieux de l'entreprise chargée de la fabrication du produit qui nous avait tant séduits en Suède.

La présence des ingénieurs suédois nous rassura également, et quant à la matière première, le sable siliceux, il était là, à la portée de la main, car cette usine judicieusement choisie, fabriquait antérieurement de la brique « silico-calcaire ». Donc, toutes les conditions d'une bonne fabrication étaient réunies et c'est ainsi que nous décidions après cette visite, d'employer le matériau produit par l'usine de Maise pour cette construction.

C'est donc en accord avec cette usine que nos plans furent établis; les dimensions de nos éléments constructifs et la charpente furent adaptés aux normes du matériau.



FIG. 5. — Dépôt de la Société Électrolux à Bezons (Entreprise Société Alforienne de Travaux Publics à Paris).



FIG. 6. — Remplissage de pans de fer et couverture.

Le programme, étant donné l'utilisation ultérieure, imposait une contrainte d'économie absolue, et certaines conditions d'ambiance devaient être observées :

Atmosphère sans humidité, température constante afin d'éviter toute condensation et conditions d'exploitation sans dépenses excessives.

Dimensions du local : 20 m de portée sur 100 m de longueur, soit 2 000 m² couverts. Ecartement des fermes et poteaux 10,00 m; deux fermettes intermédiaires réduisant la portée des dalles de toiture, qui avaient été prévues au départ sur 5,00 m.

Les premiers éléments de béton cellulaire furent livrés pendant le montage de la charpente. Ils n'arrivaient pas toujours, suivant notre planning méticuleusement établi, et les camions parvenaient souvent au chantier auréolés de vapeur, car le produit sortait directement de l'autoclave.

Le remplissage des pans de fer verticaux, tant en façade qu'en cloisons médianes, fut exécuté en carreaux de Siporex, densité 0,5, ayant comme module 0,50 × 0,50 et 0,10 d'épaisseur (fig. 6).

L'emploi des dalles armées de même densité pour le remplissage du plafond fut une innovation totale.

Dimensions des dalles :

Longueur : 3,33
Largeur : 0,50
Épaisseur : 0,15

Ces dalles présentent des feillures longitudinales qui doivent être soigneusement remplies au mortier de ciment (dosage 1 de ciment pour 2,5 de sable).

Pendant cette opération et le durcissement du mortier, les dalles étaient soulagées au milieu de leur portée,

pour éviter que, sous le poids des ouvriers, elles prennent des flèches différentes, qui, par élasticité, auraient pour effet de cisailer le joint entre dalles.

Je rappelle qu'il ne faut pas oublier de mouiller les joints avant et après l'assemblage.

La figure 7 montre une des phases de la construction.

Les rives au droit du lanterneau ont été coulées à la demande. L'étanchéité est assurée par un revêtement multicouche et paxalumin.

Les résultats furent concluants : construction rapide, légère, isothermie suffisante malgré la faible épaisseur des éléments.

En parties verticales, les murs extérieurs ne reçurent aucun revêtement et nous suivons attentivement la tenue de ce matériau, qui a subi trois hivers successifs sans qu'aucune altération visible ne se produise.

L'état hygrométrique intérieur, malgré la présence d'un lanterneau important, a toujours été satisfaisant. Le chauffage prévu par calopulseurs fut suffisant pour assurer une température évitant la condensation.

Le prix de revient, tous corps d'état prévus, sols en ciment sur forme en mâchefer, fondations sur puits, avec quelques surprises désagréables en bordure de Seine, longrines en béton armé pour le support des murs, quai de déchargement, électricité, peinture des armatures, installations chauffage et sanitaire, n'a pas dépassé 20 000 F le mètre carré.

Résultat fort encourageant comme vous le voyez et l'emploi du « Siporex » aura sa large place dans la construction de la nouvelle usine envisagée.



FIG. 7. — Exécution des rives coulées sur place au droit des lanterneaux.

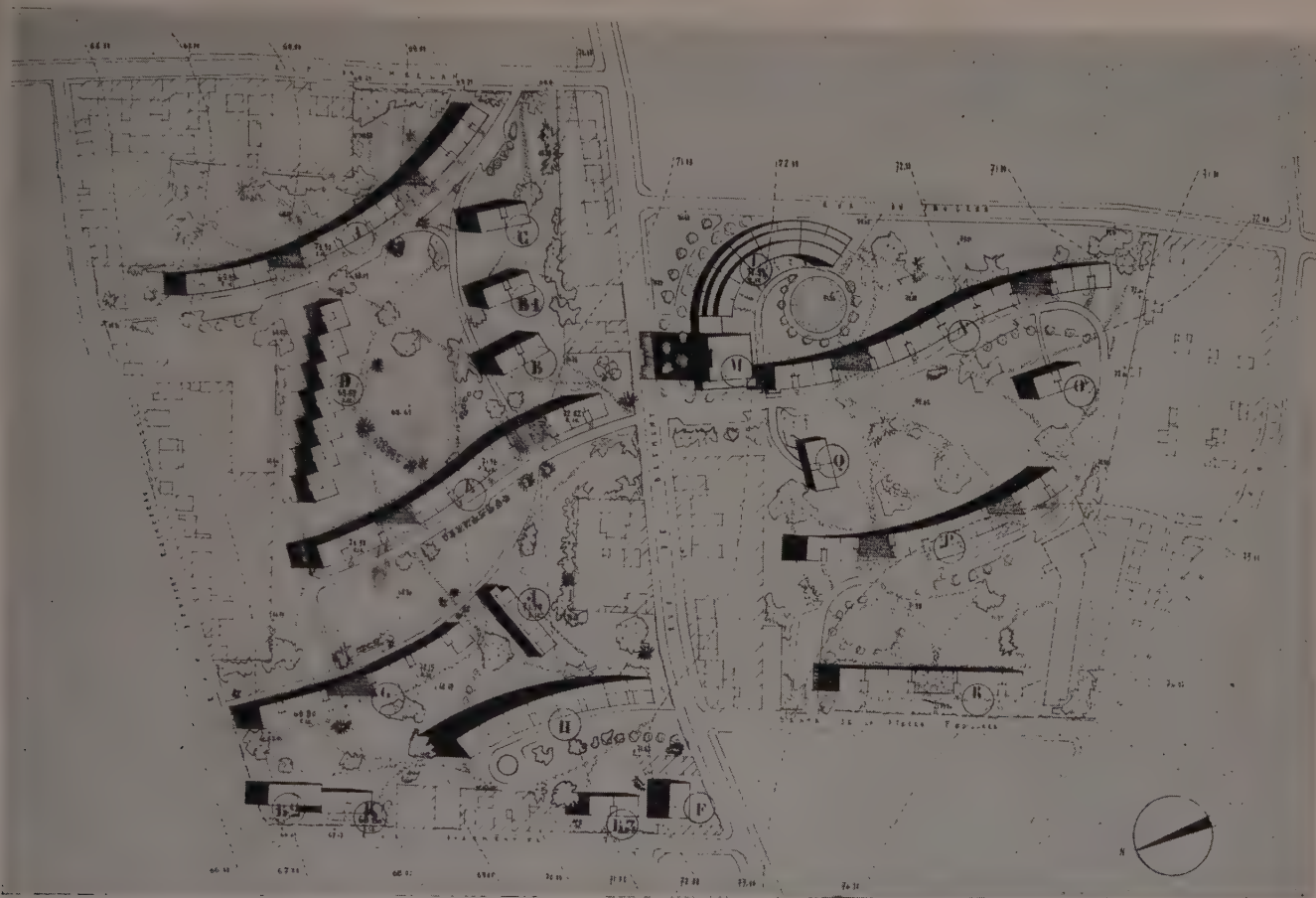


FIG. 8. — Opération de Noisy-le-Sec — 624 logements — Plan de masse.

V. — L'OPÉRATION DE NOISY-LE-SEC (fig. 8)

Ce sont forts de ces expériences contrôlées, que nos confrères, Thibault, Genermont et Heulot furent d'accord avec nous pour que l'emploi de ce nouveau matériau soit envisagé dans l'opération de Noisy-le-Sec.

Il y a près de neuf années que nous étions désignés, après concours, pour le poste d'Architectes de l'Office d'H. B. M. du département de la Seine.

Dans notre profession, il faut une certaine patience et l'étude de Noisy-le-Sec, prévoyant 624 logements, nous fut confiée en 1954. Elle comportait deux ensembles, séparés par la rue de Brément, accès principal, l'un qui avait nom « La Pierre Feuillère », l'autre « Les Trois Bonnets ».

Au début, 17 bâtiments de forme et de hauteurs différentes furent étudiés et mis au point.

Une rapide nomenclature pour situer le problème et préciser la diversité :

Les six types de logements, catégorie H. B. M. furent prévus :

24 du type I
98 du type II
383 du type III
86 du type IV
30 du type V
3 du type VI

soit 624 logements donnant une surface pondérée cumulée, hors-œuvre de 54 422,07 m².

En surface habitable :

Les	24	du type I	varient de 27 m ² à 33 m ²
98	»	II	» de 37 m ² à 47 m ²
383	»	III	» 51 m ² à 59 m ²
86	»	IV	» 68 m ² à 71 m ²
30	»	V	81
3	»	VI	98

soit une moyenne de 54,50 m² norme au-dessous de laquelle il nous paraît déraisonnable de descendre.

L'ensemble des bâtiments comprenant quatre étages sur rez-de-chaussée, fut étudié en murs porteurs et le matériau spécifié au cahier des charges fut désigné sous la dénomination de « Béton léger autoclavé ».

Comme vous pouvez vous en rendre compte, l'emploi de ce matériau exige une étude faite, au départ, avec



(Photo Chevojon.)

FIG. 9. — Vue d'ensemble du chantier de Noisy-le-Sec en cours de travaux.

toutes les contraintes qu'il comporte, afin d'en tirer le maximum d'efficacité (fig. 9).

L'immeuble haut prévoyant une ossature, l'emploi du matériau limité au remplissage n'exigeait pas, *a priori*, une étude appropriée. Le souci de l'habillage externe de cette ossature peut vous l'imposer, mais cet habillage, recommandable certes, n'est pas absolument indispensable et nous l'abandonnâmes pour les bâtiments à blocs porteurs (habillage des chaînages et linteaux).

Les linteaux étaient, à l'origine, prévus en « Siporex armé » préfabriqué. Ce dispositif nous fut refusé par le bureau de contrôle, le matériau n'étant pas homologué par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment.

Les prix limités à l'adjudication furent loin d'être atteints et le résultat fût, pour nous, d'étudier 38 logements supplémentaires pour utiliser le crédit prévu.

Ceci prouvait que l'imposition de ce matériau n'apportait pas de perturbation au devis estimatif, malgré l'aléa de son emploi par une entreprise n'en connaissant pas les qualités, les défauts, et aussi certaines difficultés de mise en œuvre.

Si, au départ de la construction, nous fûmes un « peu contré » par l'entreprise, et le bureau de contrôle, émus par des essais assez contradictoires de résistance à la compression, il faut reconnaître que ces impressions fâcheuses du début furent vite effacées, et que le résultat d'ensemble a été satisfaisant, grâce en particulier à la persévérance de tous.

L'usine de Maisse, elle-même alertée par certains résultats, comprit qu'il fallait augmenter les rigueurs du contrôle de sa fabrication, et l'on peut dire que satisfaction totale fut donnée de ce côté.

La quantité de béton cellulaire mise en œuvre est de 4 200 m³.

Seize immeubles sont réalisés en murs porteurs de cinq niveaux maxima et une tour de dix niveaux réalisée en ossature béton et remplissage.

Les immeubles à murs porteurs sont réalisés de la manière suivante :

Rez-de-chaussée : parpaings de densité 0,8 épaisseur 0,30
Premier et deuxième étages : parpaings de densité 0,6 épaisseur 0,30

Troisième et quatrième étages : parpaings de densité 0,6 épaisseur 0,20

Les parpaings utilisés sont des éléments de 0,50 × 0,25 et d'épaisseurs sus-mentionnées.

Le coefficient de sécurité moyen imposé sur ce chantier est de 6, ce qui donne comme taux de travail moyen 9,5 kg à 10 kg/cm² pour la densité 0,8 et 8 kg/cm² pour la densité 0,6.

Le taux de rupture étant, nous vous le rappelons de :

60 kg/cm² pour la densité 0,8 et

40 kg/cm² pour la densité 0,6.

On peut admettre, pour ce matériau, le taux de 7 comme coefficient de sécurité.

A chaque étage, un chaînage béton ceinture les bâtiments; les linteaux des baies sont pris dans le chaînage et font corps avec lui. Sur ce chaînage, reposent les éléments de planchers constitués en B. T. V., dalles préfabriquées.

Ont été exécutés également en éléments préfabriqués, les appuis en pierre reconstituée, les escaliers comprenant marches, voiles de support, etc...

En ce qui concerne la tour de dix étages, l'ossature en béton armé est une ossature normale; elle est doublée à l'extérieur de carreaux de Siporex de 0,05 d'épaisseur, densité 0,5, doublage placé dans le coffrage avant coulage du béton.

Quelques pointes traversent ces plaques pour leur donner une meilleure adhérence, quoique celle-ci serait suffisante si le « Siporex » était largement mouillé avant coulage.

Ce doublage permet d'éviter les effets possibles de condensation sur l'ossature et, de plus, il forme continuité avec le remplissage exécuté en même matériau : parpaings de « Siporex » de 0,20, densité 0,6.

Mortier de pose.

Nous ne saurions trop insister sur la qualité du mortier de pose, comme nous vous l'avons exposé plus haut.

A Noisy, le mortier utilisé fut un mortier bâtard chaux-ciment dans les proportions de 1 volume de ciment pour 2 volumes de chaux et 9 à 15 volumes de sable, mélange qui a donné satisfaction.

En règle absolue, il faut asperger copieusement d'eau les parpaings avant leur emploi, faute de quoi l'hydratation du mortier serait, en quelques instants, aspirée par le matériau et le mortier « brûlé ».

Les enduits furent appliqués de la manière suivante :

Après humidification de la face à enduire, première couche très légère en mortier gras liquide, barbotine de ciment passée au balai.

Lorsque cette couche a fait prise, que son adhérence au parpaing est certaine, 24 à 48 heures environ, application de la sous-couche proprement dite au mortier bâtard chaux-ciment.

En terminaison, application à la moustiquette de ciment

pierre teintée « cromolithe », micro-mortier de texture assez fine.

Dans la tour, un grillage a été fixé sur les faces à enduire, par précaution supplémentaire et pour éviter toute fissuration au droit de l'ossature.

CONCLUSIONS

A Noisy, l'utilisation du béton cellulaire « Siporex » fut faite d'une manière traditionnelle, telle que nous l'avions vu faire à Stockholm.

Nous n'avons constaté à ce jour aucune altération ou défaut au matériau.

Aussi nous croyons avoir montré qu'en employant du « béton autoclavé », il est possible avec des blocs de densité 0,6, dont la résistance à la compression est de l'ordre de 40 kg/cm² de monter des murs porteurs sur quatre et cinq étages; c'est-à-dire que sous une faible

densité, la résistance à la compression est élevée (fig. 11) ce qui ne pourrait être réalisé avec des bétons durcis à l'air.

Le poids mort réduit entraîne une économie de transport, de manutention, de fondation.

Son isolation thermique est telle que l'on peut estimer, en le comparant au béton d'agréats légers, avoir réalisé une économie de plus du 1/3 en poids pour la même isolation thermique.



(Photos Chevojon.)

FIG. 10 et 11. — Chantier de Noisy-le-Sec.

Et, pour terminer, un mot sur l'aspect du matériau; en surface, bien monté et avec des éléments intacts, les enduits extérieurs et intérieurs peuvent être extrêmement réduits.

Des essais de peinture sur « Siporex » brut ont été faits.

La qualité de peinture exigée est telle que, pour obtenir un véritable aspect de finition, l'économie est minime. On y gagne le temps du séchage, ce qui est important.

De gros progrès restent à réaliser dans la manutention sur chantier. Les entreprises devraient s'équiper d'engins rationnels. Les manutentions propres au chargement sur le carreau de l'usine se font avec des engins type Clarck pour chargement sur palette.

Les déchargements des moules peuvent se faire directement sur wagon ou sur camion à l'aide de grues équipées de pinces spéciales prenant à la fois le contenu d'un demi moule.

Ce système est utilisé également pour les manutentions de pièces armées lourdes ou de grandes longueurs.

Les prix de construction obtenus à Noisy montrent que le « Siporex », quoiqu'encore un peu cher à l'achat, n'a pas eu de conséquences directes sur le prix total, et nous avons, par contre, gagné considérablement en confort.

DISCUSSION

M. LE PRÉSIDENT. — Avant de remercier mon ami BODECHER, vous avez peut-être des questions à lui poser, bien que son exposé ait été extrêmement net, clair, objectif, franc, loyal et que chacun de nous ait pu en tirer des renseignements extrêmement précieux.

M. BOUCHE. — Pour les éléments en « Siporex armé », la température de fabrication est-elle la même à l'autoclave ?

M. BODECHER. — Exactement la même.

M. BOUCHE. — Le retrait des armatures après fabrication, retrait dû au refroidissement et à la différence entre les coefficients de dilatation de l'acier et du béton, ne donne-t-il pas des contraintes importantes dans les éléments ?

M. BODECHER. — Bien qu'en principe, les alvéoles ne communiquent pas les uns avec les autres, je n'ai jusqu'ici utilisé le « Siporex » que pour des éléments de toiture laissant à d'autres le soin de l'utiliser en planchers car je crains encore, malgré les expériences récentes effectuées en Suède, l'emploi du fer dans un béton poreux.

M. GAUTHIER. — Vous avez insisté, avec raison, sur les questions d'adhérence du mortier et des joints. Si on voulait faire des enduits intérieurs, est-ce qu'on serait obligé de les faire en mortier de chaux, ou peut-on les faire en plâtre sans qu'il y ait de réactions chimiques ?

M. BODECHER. — Il n'y a aucune réaction chimique.

M. GAUTHIER. — Nous avons vu, dans un numéro de la revue « Bâtir », un article très intéressant sur le procédé Ytong, c'est-à-dire un béton cellulaire armé se présentant sous forme de grandes plaques, que l'on emploierait soit verticalement pour former des murs, soit horizontalement pour former des planchers en les mettant côte à côte, et en les collant entre eux par une colle spéciale.

Je n'ai jamais pu arriver à savoir si cette firme avait des constructions en France, ou avait des représentants en France et je serais bien content si quelqu'un connaissait la question, ou connaissait une adresse.

M. BODECHER. — Je connais le matériau, mais je ne l'ai jamais vu employer en France. M. Jean-Pierre LÉVY pourrait peut-être nous donner quelques explications, nous dire un mot sur l'emploi de l'Ytong.

M. J.-P. LÉVY. — A ma connaissance, Ytong avait tenté de créer une Société au Maroc, il y a quelques années, je ne crois pas qu'il y ait eu de suite favorable. Aucune fabrication Ytong n'est réalisée en France. Il y en a par contre en Allemagne de l'Ouest et une importante usine est en cours de création au Canada.

M. GAUTHIER. — La question du joint se trouverait résolue avec Ytong par l'emploi d'une colle spéciale remplaçant le mortier dans les éléments verticaux.

M. J.-P. LÉVY. — Un fabricant hollandais de béton cellulaire, non autoclavé d'ailleurs, préconisait l'assemblage des blocs à l'aide d'un produit plastique. Un brevet français d'il y a quelques années suggérerait une solution analogue. Je ne crois d'ailleurs pas que ces matériaux aient connu un développement important; le problème reste néanmoins posé.

M. GAUTHIER. — Il est intéressant de poursuivre dans cette voie, parce que, sans méconnaître les vieux matériaux qui ont fait leurs preuves, comme les tuiles et les briques de nos ancêtres, nous n'arriverons pas à tout satisfaire avec la production de nos usines. Il faut trouver des matériaux de remplacement, ou plutôt de complément, et le « Siporex » fabriqué avec des matériaux qu'on trouve en France, est un exemple des voies dans lesquelles il convient de s'engager. Je crois donc qu'il faut remercier M. BODECHER d'avoir eu l'audace, alliée en même temps à la prudence nécessaire, d'en faire l'expérience sur une grande échelle.

M. VALLETTE. — N'auriez-vous pas eu intérêt à constituer vos murs porteurs par de grands panneaux plutôt que par des blocs ?

M. BODECHER. — Peut-être mais la dimension des blocs a une grande importance. Des blocs de grandes dimensions entraînent en effet des sujétions au point de vue de la composition architecturale.

M. VALLETTE. — Votre bâtiment était-il défini par le module de fabrication du « Siporex » ?

M. BODECHER. — Nous ne voulions pas changer la fabrication du « Siporex ». Le « Siporex » a actuellement des normes de fabrication. Certes, elles peuvent changer, mais il nous a été imposé des éléments avec des dimensions données. Nous pourrions cependant envisager à l'avenir une construction effectuée avec des panneaux en partant d'un multiple de la fabrication des panneaux actuels, en particulier des panneaux plus longs. On pourrait demander des panneaux par exemple qui auraient 30 cm d'épaisseur, 50 cm de largeur, puisque c'est la dimension maximum de coulée qui ne peut être augmentée, pour des raisons de fabrication. En longueur, il est possible d'aller jusqu'à 6 m. Mais le bloc de 50 × 25 et d'épaisseur variable, comme on l'emploie, est tellement pratique, léger et maniable qu'il présente beaucoup d'avantages.

M. GAMBO. — Siporex ne semble pas s'intéresser à la fabrication de grands panneaux.

M. BODECHER. — Je ne crois pas qu'il y ait intérêt à employer le grand panneau, le gain de temps est tellement minime. Ce que les entrepreneurs devraient faire, c'est adapter leur matériel de montage au matériau; c'est-à-dire améliorer sa manutention par l'emploi de palettes comme on le fait en Suède où l'on distribue ce matériau avec des engins appropriés.

M. LAPIED. — Le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment a-t-il fait des essais sur le béton « Siporex », ou des bétons similaires, à sec et mouillé ? Y a-t-il gonflement, ou non ?

M. BODECHER. — Je confirme que ce matériau ne gonfle pas à l'humidité, pourtant, sa résistance est moindre lorsqu'il est mouillé.

M. TESSERAUD. — Je crois intéressant de signaler que, pour les essais de résistance à la compression du « Siporex », il a été fait des essais, d'une part avec interposition de cartons entre les blocs d'essai et les plateaux de la presse, et d'autre part, sans interposition de cartons. Avec interposition de cartons, il a été obtenu des augmentations de résistance de l'ordre de 21 à 25 % par rapport aux essais effectués sans interposition de cartons. Nous avons posé la question au C.S.T.B. pour savoir s'il fallait tenir compte pour la résistance à la compression des résultats obtenus avec ou sans interposition de cartons. Il nous a été précisé que les essais devraient être effectués sans interposition de cartons. Il paraîtrait intéressant que cette précision soit donnée dans le cahier des charges relatif aux bétons légers.

M. LAPIED. — Sans interposition de cartons, on a une dispersion des résultats car les bords s'effritent. La résistance qui en résulte est moindre et cela vous donne une sécurité supplémentaire.

M. BODECHER. — Des essais ont été faits; ils ont été contradictoires au début parce qu'ils n'étaient pas faits avec les précautions suffisantes. On prenait des blocs dans les chantiers, dans des conditions plus ou moins normales; les blocs étaient humides; on les amenait au laboratoire d'essai, on les écrasait sous une presse sans aucune précaution. On arrivait ainsi à des différences de résistance, surtout avec la densité 0,8. La densité 0,8 est, je crois, assez difficile à fabriquer. Cette densité ne se fabrique plus en

Suède. Elle a été proposée en France par mesure d'économie, afin d'avoir des murs moins épais et d'obtenir une résistance plus grande avec une isothermie suffisante. Mais ce n'est pas à conseiller. La densité 0,8 ne présente pas une fabrication constante et peut donner des différences de résistance qui sont de l'ordre de 15 et 20 % et même parfois de 50 à 100 %.

Il y a eu une expérience très importante à Noisy puisque 3 400 m³ de Siporex ont été mis en œuvre. Les bâtiments sont finis en partie maintenant. Nous avons peut-être eu certaines craintes au départ de l'apparition de quelques fissures. Mais jusqu'à maintenant nous les cherchons.

M. HERZOG. — Vous avez dit, il y a un instant, que le Siporex n'avait aucun gonflement ultérieur à l'humidité. Or, si j'ai bonne mémoire, dans son prospectus, Siporex lui-même indique un gonflement de l'ordre de 3/100 mm par mètre.

M. BODECHER. — Peut-être, mais la proportion de ce gonflement est négligeable et, dans la pratique, le matériau n'est jamais soumis à des conditions de laboratoires. M. J.-P. LÉVY nous donne dans son livre le coefficient C maximum au bout d'une demi-heure environ du maintien du matériau dans l'eau; le chiffre est de cinq ce qui est, paraît-il, un chiffre très faible. Ce sont des variations dimensionnelles en fonction de l'hygrométrie, et c'est tout.

M. LE PRÉSIDENT. — M. BODECHER a répondu aux questions avec une complaisance qui me fait plaisir. En tout cas, il nous a fait une conférence extrêmement intéressante parce qu'il nous a dit ce qu'il pensait de l'utilisation d'un matériau nouveau et comment on pouvait concevoir l'architecture en fonction de ce matériau.

Les thèses et la méthode d'exposition adoptées par les conférenciers et les personnes qui prennent part aux discussions peuvent parfois heurter certains points de vue habituellement admis. Mais il doit être compris que ces thèses et discussions, à l'égard desquelles l'Institut Technique ne saurait prendre parti, ne visent en rien les personnes ni le principe des Institutions.

* *(Reproduction interdite.)*

ÉDITÉ PAR LA DOCUMENTATION TECHNIQUE
DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS
6, RUE PAUL-VALÉRY, PARIS-XVI^e
(Ann. I. T. B. T. P.)

4585-12-57 — Typ. FIRMIN-DIDOT et C^{ie}, Mesnil (Eure)
Dépôt légal : 4^e trim. 1957.

(Le Directeur-Gérant : P. GUÉRIN.)

Série : ÉQUIPEMENT TECHNIQUE (58)

CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

SÉANCE DU 4 MAI 1956

TENDANCES INTERNATIONALES SUR LES MÉTHODES D'INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

par **M. R. COMTET**,Président de la Fédération Nationale
de l'Équipement Électrique

RÉSUMÉ

Au cours d'une mission, des professionnels ont pu étudier les méthodes d'installation électrique utilisées en Grande-Bretagne, Allemagne, Suisse, Italie et Danemark.

Il a été constaté que la pose sous moulure bois paraît inconnue à l'étranger; on utilise le tube d'acier avec raccords non jointifs (Allemagne, Danemark), le tube en tôle plombée (Allemagne). On essaie en Suisse et en Italie les tubes en matière plastique.

L'isolement au chlorure de polyvinyle tend à remplacer le jute.

On développe l'usage de matériel perfectionné (pistolets de scellement, appareil à faire des saignées, foreuses électriques, échafaudages à plate-forme levante).

La productivité est accrue par la normalisation, l'organisation, la conduite des chantiers et la mentalité du personnel.

SUMMARY

During the course of a mission of study, professionals were able to examine methods of electric installation used in Great Britain, Germany, Switzerland, Italy and Denmark.

It was noted that the placing of wiring under wooden beading seems unknown abroad; instead, are used steel tubing with nonjointed connections (Germany and Denmark) and the leaded sheet tube (Germany). Plastic tubes are being tested in Italy and Switzerland.

Insulation with polyvinyl chloride tends to replace jute.

The use of modern equipment is greatly developed (sealing guns, chisels, electric drills, scaffoldings with lifting platform equipment.)

Output is increased by standardization, organization, control of the work site and the turn of mind of the workers.

EXPOSÉ DE M. COMTET

Introduction.

Avant de commencer mon exposé, je tiens à remercier l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics qui, chaque année, me procure le plaisir et l'honneur de présenter un sujet technique à des professionnels ainsi qu'à des personnalités qui s'intéressent à nos efforts et qui nous aident.

Mon propos d'aujourd'hui concerne les tendances internationales sur les méthodes d'installations électriques.

Pour le tenir, il me faut d'abord vous faire effectuer un voyage à travers les pays où ces méthodes sont appliquées. Je ne suis pas certain de vous convaincre, mais je ne puis faire autrement que de vous raconter ce que j'ai vu : si ma narration n'emporte pas votre conviction, c'est que j'aurai mal su raconter une histoire qui m'a cependant beaucoup plu.

Je veux d'ailleurs adresser l'expression de ma gratitude à tous les pays étrangers qui nous ont permis, à mes collègues et à moi-même, d'examiner les méthodes pratiquées chez eux. Je ne parlerai qu'avec modération des États-Unis car ce pays est souvent cité en exemple; je me permettrai cependant de préciser que c'est là qu'au point de vue de l'enquête la meilleure formule est proposée : toutes les portes sont ouvertes aux visiteurs qui peuvent voir et examiner tout ce qu'ils désirent.

Dans les derniers mois, nous avons parcouru la Grande-Bretagne, l'Allemagne, l'Italie, la Suisse et le Danemark.

Ayant été reçus à l'étranger, nous aimerions pouvoir rendre la politesse à nos hôtes. J'ai eu le regret de constater qu'à deux reprises, avec une mission américaine et une mission belge, nous avons été en France incapables de présenter des réalisations intéressantes dans le domaine de l'installation électrique. Je sais bien qu'en d'autres domaines : chemin de fer, grands travaux de génie civil, automobile et aujourd'hui énergie nucléaire, la France possède des installations remarquables et jouit d'un réel prestige aux yeux de l'étranger. Mais en ce qui concerne notre métier, nous n'avons pas grand chose à présenter en fait de méthodes nouvelles.

C'est sans doute parce que, jusqu'à présent, nous n'avons pas suffisamment profité de l'expérience des pays voisins et qu'il nous reste beaucoup à faire. L'expérience, a-t-on dit, c'est le passé qui parle au présent; j'en conviens, mais il faut que les lendemains profitent des leçons de la veille. En France, cela nous est difficile : nous nous cramponnons à nos habitudes, alors que transformation et évolution nécessitent une certaine hardiesse et le goût du risque. Cependant, l'expérience d'autrui nous permettrait d'éviter ses erreurs et donc d'agir en partant d'une base assurée; lorsqu'on sait qu'un résultat obtenu ailleurs est brillant, il semble qu'en tout état de cause on doive risquer — très peu en l'occurrence — et tenter l'expérience.

Pour que nos études à l'étranger soient plus efficaces, nous avons constitué une *Association Internationale*, qui groupe les Associations d'installations de Grande-Bretagne, d'Allemagne, d'Italie, d'Autriche, de Suisse, du Danemark et de France, et, sans doute prochainement, des États-Unis et du Canada.

Les règlements d'installations électriques sont partout très étudiés et très sévères.

Tous les pays membres de l'Association internationale disposent d'une organisation syndicale solide et puissante. En particulier, sur le plan qui nous intéresse aujourd'hui, nous avons constaté que toutes les Fédérations étrangères, ainsi d'ailleurs que la nôtre, avaient une activité importante au sujet de la technique du métier.

En France, nous participons de plus en plus aux travaux de l'Union Technique, et nos amis étrangers participent eux aussi d'une manière très effective et très étroite à l'élaboration des règles de la profession : les Américains au *National Electrical Code*, les Allemands aux règles du *V. D. E.*, les Suisses aux prescriptions de la *S. E.*, les Anglais à celles de l'*I. E. E.* et les Italiens aux travaux du *C. O. I.*, etc...

Chaque pays possède donc des règlements pour les installations électriques, comparables dans leur forme et par leur importance aux nôtres.

Mon propos d'aujourd'hui n'est pas d'établir une comparaison entre règles françaises et étrangères, mais il est fréquent qu'à l'occasion de la rédaction de certains articles délicats les membres des Commissions se réfèrent spécialement à des règles établies à l'étranger. D'une façon générale, on peut dire que tous les règlements étrangers sont au moins aussi détaillés et précis que les textes français.

C'est que, sans doute, en matière de protection des êtres vivants contre l'électrocution et en matière de protection des objets inanimés contre l'incendie, il n'est pas possible de simplifier les textes existant chez nous.

Nous n'avons vu, dans aucun pays, de « résumé » de ces règles. Aux États-Unis, il existe bien des publications destinées à expliciter, pour certaines personnes, le code, mais à aucun moment la lettre des textes n'est touchée.

En Angleterre également, lorsqu'à l'usage il s'avère qu'un texte laisse place à une imprécision, l'Association des installateurs procède elle-même à une explicitation complémentaire, sous forme d'une interprétation, mais la règle subsiste et, s'il est nécessaire, elle est révisée, ainsi pratiquons-nous en France aussi.

En tant que première tendance internationale, on peut donc citer le fait que les règlements d'installation électrique sont partout de plus en plus précis dans le domaine technique et que, contrairement à un vœu parfois formulé, il n'existe pas de simplification à la portée des professionnels qui ne possèdent que des notions succinctes du métier.

Le contrôle de l'exécution des installations électriques est indispensable.

Notre métier est un métier difficile et sans doute est-il heureux qu'il en soit ainsi. Mais cette notion de difficulté ne prend toute sa valeur que dans la mesure où le professionnel compétent est protégé contre l'ignorant ou l'insuffisant. Et sa récompense est alors, après

avoir réalisé une bonne installation, de la voir agréer, tandis que toute installation mal réalisée est refusée et non raccordée au réseau.

Ceci est valable pour tous les pays. C'est une tendance internationale que le désir des Associations d'entrepreneurs électriciens de voir, pour la sauvegarde de leur profession, fonctionner un système de contrôle efficace.

Aux États-Unis, le contrôle est effectif. Il s'opère, non seulement à la mise en service des installations, mais encore pendant l'exécution des travaux. Il est effectué en vertu d'ordonnances de sécurité municipales, et il est exécuté par des inspecteurs indépendants, groupés au sein d'un véritable corps.

En Suisse, ce sont les centrales électriques qui procèdent au contrôle, sous la haute autorité de l'inspectorat des installations à courant fort.

Au Danemark également, les Sociétés de distribution assurent le contrôle des installations.

Tous les pays où existe un organisme de contrôle se déclarent satisfaits. Les autres recherchent les moyens de l'instaurer, en tenant compte de leur propre régime interne.

C'est ainsi que les Britanniques étudient actuellement l'application d'un projet suivant lequel l'Association des Installateurs électriciens elle-même constituerait un corps d'inspecteurs destinés à contrôler les travaux de ses membres. Il s'agit là d'une initiative hardie et coûteuse, pour laquelle l'Association anglaise a engagé un très important budget de plusieurs dizaines de millions.

En France, nous avons constitué, il y a quelques mois, l'organisme appelé « Qualifec », qui demandera aux entreprises, classées et qualifiées par lui, d'accepter les opérations de contrôle qui seront non systématiques mais limitées à des sondages.

Au Congrès de Lyon, un rapport fut présenté à ce sujet qui traitait des moyens propres à instituer un système de contrôle pour les catégories d'installations qui n'y sont pas soumises.

Dans certains pays, le « bas prix » conduit à des tendances techniques néfastes.

L'article 14 de la N. F. C. dit : « Les canalisations doivent être disposées de façon qu'on puisse en tout temps contrôler leur isolement, localiser les défauts, éliminer les avaries et, le cas échéant remplacer les conducteurs détériorés ».

Ces mots devraient être gravés dans l'esprit des entrepreneurs en même temps qu'en tête du règlement français, parce qu'il conditionne, d'une façon que nous voudrions impérative, les modes de pose des canalisations.

Si je m'y réfère, c'est parce que malheureusement nous avons constaté, non seulement en France, mais aussi dans certains autres pays, une regrettable tendance à mépriser le principe du remplacement d'un conducteur détérioré. Et ceci parce qu'on a recherché avant tout à pratiquer des prix bas. Mais c'est une solution paresseuse, et finalement onéreuse, que celle qui consiste à rechercher le « bas prix » dans une installation, sans souci des dépenses considérables qu'il faudra engager ensuite, en cas d'avaries. En fait, bien souvent, il n'existera pas d'autre ressource, en cas de réparation ou d'extension, que celle de reprendre totalement l'installation primitive.

C'est principalement en Allemagne que sont réalisées ces installations à bas prix, parce qu'il a fallu reconstruire beaucoup et vite. Les constructeurs allemands

peuvent présenter à leurs visiteurs des réalisations évidemment spectaculaires; mais si l'on étudie les moyens et les méthodes employés pour y parvenir, on décèle quelques erreurs.

En particulier, nous avons déjà parlé d'un conducteur plat fixé aux murs à l'aide de pointes, avant enduit, et noyé ensuite par les plâtriers. Il nous avait été dit que ce procédé avait été abandonné par suite des inconvénients qu'il présentait. En réalité, au cours de notre récent voyage, nous avons pu constater qu'il est toujours fréquemment employé et que de nombreuses installations, en Allemagne, sont effectuées avec ce simple fil disposé sous crépi.

Le Président de la Fédération allemande, à qui nous faisons part de nos craintes, nous a indiqué qu'il regrette personnellement le développement de ce procédé, que les organisations dépendant de sa Fédération avaient bien tenté de s'y opposer mais que, devant l'avantage du « bas prix », on continuait à le pratiquer sur une grande échelle.

Il faut signaler, en outre, que si l'on applique de plus en plus en Allemagne ce procédé regrettable, l'installation ainsi réalisée est étriquée. Il existe des maisons où l'on ne trouve qu'un point lumineux et une prise de courant pour tout un appartement. Et il est alors impossible de modifier ou de compléter une telle installation, sans compter tous les inconvénients qui peuvent se présenter du point de vue mécanique, tels que l'enfoncement de pointes, de pitons, les chocs, etc...

En Italie, on réalise également des installations en noyant dans les enduits des conducteurs, non pas semblables à ceux utilisés en Allemagne, mais câblés sous plomb. Il semble que les enduits à la pouzzolane n'attaquent pas ce métal. Mais les mêmes défauts se retrouvent : comme en Allemagne, les organisations professionnelles ont tenté de s'opposer à ces méthodes, sans y parvenir car, là aussi, l'argument du bon marché l'emporte sur les conditions techniques raisonnables.

Nous avons donc cherché à savoir quelle économie ce procédé permettait de réaliser. Les Italiens nous ont dit que le système des câbles sous plomb encastrés sous enduit présentait, par rapport au tube Bergman, une économie de l'ordre de 20 % et, par rapport au tube acier, une économie de l'ordre de 35 %.

En Grande-Bretagne, on nous a signalé quelques essais effectués avec des conducteurs sous caoutchouc durci, mais les Britanniques sont gens de tradition et, devant la réprobation de la profession, ces essais n'ont pas été poursuivis.

Il faut dire enfin que la méthode pratiquée en Allemagne et en Italie ne l'a été ni en Suisse, ni au Danemark, ni en France, ni aux États-Unis. Elle est d'ailleurs contraire à la réglementation de ces pays, et nous avons la certitude, en ce qui nous concerne, qu'en nous opposant de toutes nos forces à cette pratique nous nous trouvons dans le vrai.

Les constructions modernes présentent parfois des « espaces creux » utilisables pour le passage des conducteurs.

Nous avons heureusement rencontré, en particulier aux États-Unis, une tendance toute différente. Dans ce pays, il existe de nombreux modèles de maisons en bois, que l'on construit par centaines de mille. Lors de l'édification de la maison, dès que les poteaux sont placés et avant disposition des panneaux de cloison, les installateurs posent leurs canalisations. Les ouvriers fixant ensuite les panneaux, respectent les dites canalisations

et, mieux encore, préparent les espaces nécessaires pour le placement des appareils. L'aisance avec laquelle on peut loger les conducteurs permet de respecter le principe de l'interchangeabilité, et même du renforcement des sections.

D'autre part, on prévoit largement le nombre des points lumineux et les prises de courant, si bien que pratiquement la nécessité ne se présente pas de modifier une installation ainsi établie.

En France, la question s'est posée et semble devoir être prise en considération. C'est ainsi que la Commission 07 de l'Union Technique, dite des procédés nouveaux, a étudié ce problème et a recherché les principes qu'il fallait recommander lorsqu'on se trouve amené à utiliser les vides d'une construction.

L'expérience américaine nous a été très utile à ce sujet et nous avons même traité le cas du passage sous plafond, qui n'est d'ailleurs qu'un cas particulier dans le problème d'ensemble.

La note C 15-111 pose un certain nombre de principes, dont le plus important est le suivant :

« Pour qu'un corps creux puisse être considéré comme utilisable, il faut que ses dimensions répondent aux deux conditions minima suivantes : la section du corps creux doit être au moins quatre fois celle de l'encombrement total des conducteurs, toutes protections comprises ; de plus, la plus petite dimension doit être au moins égale à deux fois l'épaisseur du plus gros conducteur, et ceci avec un minimum de vingt millimètres. »

On s'est efforcé aussi, dans ces recommandations, de dire ce qu'il convenait de faire pour maintenir les principaux impératifs : l'isolation, l'indépendance, la conservation, l'accessibilité, l'identification, la continuité des canalisations.

On peut dire qu'aux États-Unis, tous ces impératifs sont observés. C'est pourquoi l'utilisation des corps creux conduit à des installations valables et nous n'avons aucune raison, bien au contraire, de nous opposer à cette tendance.

En Angleterre, on applique la méthode dite du « duc-tube ». Lors de la construction, on déroule dans l'épaisseur des planchers, sur le grillage, un tuyau flexible gonflé à l'air. Les cimentiers répandent le béton sur ce tube souple et, lorsque le ciment est pris, on dégonfle le tuyau, ce qui a pour effet de le décoller de la masse de béton ; on le retire alors en laissant à sa place une « aiguille ». Ainsi est constitué, dans l'épaisseur de la dalle, un espace creux d'une assez grande dimension, qui peut servir au passage des conducteurs.

Ce procédé semble être actuellement assez peu employé, sans qu'il soit possible de dire s'il a tendance à se développer ou non.

Les Britanniques prétendent que, de son emploi, il résulte une très grande économie. Mais les renseignements que nous avons eu à ce sujet nous ont été fournis en présence de l'inventeur du procédé, et sans doute des réserves doivent-elles être faites. Les installateurs prétendent que ce système peut entraîner jusqu'à 15 et 20 % d'économie par rapport à l'emploi du tube acier.

Aucune objection de principe ne serait à élever contre cette méthode puisque, si la dimension de l'espace creux est suffisante, on rejoint la règle générale de nos propres recommandations. Mais il faut cependant observer que ces passages sont horizontaux et que les canalisations doivent se raccorder à des parties verticales, pour lesquelles il faut obligatoirement utiliser des tubes acier ou un autre conduit. Le raccordement entre ces diffé-

rentes parties, horizontales et verticales, pose alors des problèmes d'étanchéité qui ne semblent pas avoir été résolus avec élégance jusqu'au présent.

Les tubes en acier sont toujours très utilisés.

Les tubes en acier sont toujours très largement utilisés et aucune tendance ne se manifeste nulle part de les abandonner.

Aux États-Unis, l'emploi du tube acier est la règle générale dans les installations industrielles et importantes, telles que grands immeubles et hôpitaux. Il faut mettre à part le cas des petites maisons en bois citées plus haut. On peut dire que les Américains font, dans l'ensemble, un usage plus considérable que nous du tube acier.

Ceci provient de ce que, la plupart du temps, ils adoptent un procédé de distribution particulier : au lieu d'installer une ligne principale avec des dérivations tout au long de son parcours, ils alimentent individuellement chaque point d'utilisation depuis un point central. En celui-ci se trouvent rassemblées à peu près toutes les commandes et toutes les protections dans des conditions de sécurité parfois considérables. De ce point central partent des faisceaux de tubes en très grand nombre, chaque tube correspondant à un circuit déterminé. Tout ceci est travaillé avec beaucoup de soins et les faisceaux eux-mêmes font l'objet de dessins et de plans, avec longueur de coupe et centrage.

Les tubes acier américains sont différents des nôtres. Plus facilement malléables et cintrables, ils sont galvanisés et non émaillés et le cintrage ne détruit en aucune façon la couche de protection. Plus minces aussi que les tubes français, ils sont plus facilement façonnables, surtout dans les petites sections. Pour ces dernières, on emploie des petits sabots de pieds, dont l'ouvrier se sert en abattant la longueur du tube comme un levier, de façon très rapide. La pose de ces tubes est généralement effectuée avant que soient installés les planchers et les cloisons.

Au Danemark également, le tube acier est employé d'une manière générale. Mais les raccords filetés et les filetages de tubes sont abandonnés. L'extrémité des tubes est simplement introduite dans un manchon : ce procédé rappelle un peu celui qui était pratiqué en France, il y a une dizaine d'années, pour le tube à joints rapprochés. Les tubes danois sont sans soudure, ce qui présente certains avantages : économie de main-d'œuvre d'une part, d'autre part prix de la matière première moins élevé puisque ce tube est moins épais et moins cher que le tube acier à fileter, enfin condensation réduite car il y a toujours une certaine communication entre l'intérieur du tube et l'air extérieur.

Lorsque les joints sont faits d'une manière apparente on emploie des petits manchons de 5 cm de longueur. Si, au contraire, le tube doit être encastré, le manchon a 20 cm. L'extrémité de chaque tube est enfoncée de chaque côté jusqu'à un petit cran situé au milieu du manchon. Il n'existe pas de dispositif de serrage des raccords, les tubes une fois posés ne pouvant se déplacer latéralement, soit qu'ils soient bridés par les attaches, soit qu'ils soient maintenus par le ciment, dont l'introduction à l'intérieur d'un tube encastré horizontal n'est, paraît-il, pas à craindre.

Ce procédé est appliqué aussi en Allemagne, mais de façon moins généralisée.

Nous croyons qu'il y a là un enseignement à retenir. S'il est indéniable que l'installation en tubes acier est celle qui offre le plus de garantie du point de vue méca-

nique, il faut cependant éliminer certains inconvénients, tels que la condensation se produisant à l'intérieur des tubes, et le prix. La solution des raccords non étanches et non filetés permet de combattre ces deux défauts. C'est pourquoi nous soumettons cette question à la commission spécialisée dans ces techniques, présidée par M. Huguet.

On voit apparaître l'emploi de certaines catégories de tubes flexibles.

C'est en Suisse que nous avons vu pour la première fois pratiquer l'encastrement de tubes flexibles en acier. Les renseignements que nous ont fournis nos collègues suisses nous ont conduits à accepter ces tubes dans les mêmes conditions que les tubes en acier.

Une disposition à cet effet a été insérée dans le nouvel additif à la norme N. F. C. 11, article 32. Il s'agit de la catégorie des tubes flexibles dénommés officiellement, du moins pour le moment, « tubes flexibles protecteurs ». Ils n'ont qu'une flexibilité relative, c'est-à-dire qu'ils conservent la courbe qu'on leur a donnée à la main. La livraison de ces tubes en grande longueur et la possibilité de leur faire épouser les sinuosités du parcours présentent de grands avantages. Le raccordement aux appareillages normaux des tubes acier filetés se fait sans difficulté, de même que le raccordement des tubes flexibles avec les tubes en acier.

Le tube « tôle plombée » est très discuté.

Le tube tôle plombée, dit tube Bergman, est toujours en faveur en Allemagne et chez nous en Alsace; il est employé non seulement en apparent, mais d'une façon habituelle en encastrement.

En Allemagne, ce matériel a été surtout employé dans des maisons où on a cherché à atteindre un très bas prix de revient. Mais nous avons rencontré des installations réalisées entièrement en encastrement, sous tubes tôle plombée, y compris les canalisations collectives. Sur les paliers un léger défoncement de la paroi contient les tubes en tôle plombée à raison de 4 ou 5, logeant les conducteurs de la colonne montante et les distributeurs, d'ailleurs de bien faible capacité. Suivant la méthode traditionnelle, les câbles traversent les distributeurs mais les départs vers les abonnés ne comportent ni fusible ni interrupteur. Le branchement se poursuit en tube tôle plombée encastrement jusqu'au compteur placé chez l'abonné et au tableau de distribution garni de coupe-circuit Diazed. L'ensemble n'est pas très joli, car les tubes sont généralement très mal façonnés.

Une vieille querelle oppose les tenants du tube acier et ceux du tube Bergman, concernant la possibilité d'encastrement des tubes tôle plombée. Si on se réfère aux grandes dispositions générales relatives aux corps creux, on peut admettre que, si le tube de tôle plombée est largement conditionné par rapport aux conducteurs qu'il contient, l'introduction d'une pointe au travers d'un tube de tôle peut ne pas présenter un grand danger, le fil tendant à se dérober sous la pointe. C'est du moins ce que prétendent ceux qui sont partisans du système du tube plombé en encastrement.

Si nous avions tendance à accorder une dérogation au précédent critère, il y aurait peut-être un inconvénient, c'est qu'on arriverait certainement assez vite à ne pas tenir compte précisément de cet impératif du diamètre du tube par rapport aux conducteurs et que ceux qui sont tentés par le tube Bergman, en raison de son bas prix, seraient également tentés de diminuer les calibres. Et l'on verrait peut-être alors apparaître des tubes de 9, contenant trois fils 16/10 qu'on encastrent cependant.

Il faut remarquer que l'impératif fixé par la recommandation C 15-111, qui donne un diamètre minimum de 2 cm, conduirait à un tube de calibre assez élevé, et par conséquent difficile à encastrement sous crépi sans prévoir des tranchées d'une certaine profondeur. Cette nécessité d'encastrement serait de nature à faire perdre une partie du profit obtenu sur l'achat du tube.

Les tubes en matière plastique commencent à être pris en considération.

Depuis quelques années, les fabricants de matière plastique, cherchant de nouveaux débouchés, se sont intéressés notamment aux conduits pour les canalisations. On a vu apparaître des tubes à base d'acétate de cellulose, qui ont été rapidement éliminés à cause de leur inflammabilité. Les progrès réalisés depuis dans la fabrication des polythènes et des chlorures de polyvinyle, ainsi que le prix de revient plus bas de ces matières font que maintenant il existe une chance pour les produits synthétiques de s'implanter dans le domaine du tubage.

C'est en Italie que nous avons pu voir les premières réalisations. Les Italiens possèdent, en ce domaine, une expérience de deux années déjà. Et aujourd'hui, le tube en PVC ⁽¹⁾ est en Italie d'un usage courant. A Rome, nous avons vu passer dans une rue un artisan, transportant dans sa voiture à bras une quantité impressionnante de tubes en matière plastique. Nous avons pensé que, s'il avait eu à charrier le même matériel en tubes acier, il lui aurait fallu une forte camionnette.

Il existe en fait deux catégories de tubes synthétiques : les tubes en PVC, qui se présentent sous la forme rigide, avec des longueurs de 3 ou 4 m, et les tubes en polythène qui, au contraire, sont demi-rigides et sont fournis en couronnes grande longueur.

Les Suisses semblent avoir adopté la seconde formule. En Angleterre, l'emploi en est autorisé par le règlement, mais les installateurs boudent ce nouveau matériel et continuent à employer le tube acier. En Autriche, l'expérience des tubes en plastique est toute récente, et nous n'en avons pas encore d'écho. Au Danemark, c'est le tube acier qui l'emporte : c'est peut-être parce que, comme nous l'avons vu, il s'agit d'un tube acier simplifié et que le tube en plastique n'apporterait pas une économie sensible, le tube en acier présentant, en outre, une meilleure garantie.

Aux États-Unis, il n'était pas du tout question du tube en plastique lors de notre séjour, je ne sais si, depuis, il a fait son apparition dans l'installation électrique.

Notre Association internationale continuera à procéder, sur ce point, à des investigations périodiques.

Il est curieux de noter qu'en Italie, les tubes en P V C maintenant fréquemment employés sont uniquement posés en « encastrement », mais on ne les trouve pas du tout « en apparent ».

Ceci s'oppose absolument aux idées françaises. La Commission 07 de l'Union de l'Électricité, tenant compte des progrès réalisés, s'est penchée sur ce problème et a édicté la recommandation C 15-112 qui indique les conditions d'emploi et de fabrication de ces tubes. Elle a posé pour principe que les tubes P V C devaient être durs et rigides, présenter une résistance mécanique suffisante, avoir les standards de dimensions des tubes acier, et notamment la même épaisseur. Enfin, ils ne doivent être posés qu'en apparent, avec un nombre de colliers suffisant, de manière à éviter le festonnage.

(1) PVC : chlorure de polyvinyle.

En Italie, ces tubes sont minces; à dimension intérieure égale ils sont environ trois fois plus légers que les tubes français; la rigidité n'en est pas rigoureuse, et la solidité mécanique importe peu. Les conceptions sont donc tout à fait différentes.

Nous pensons que la thèse italienne pourrait être admise, à condition toutefois que, là encore, soit respectée la loi des vides à la construction, c'est-à-dire que le diamètre intérieur des tubes ne soit pas inférieur à 2 cm et que l'encombrement de l'espace soit celui prescrit à la recommandation.

Cette question va d'ailleurs revenir à l'étude de la commission 07, puisque les fabricants de tubes PVC français ont reposé la question, de manière officielle.

Les conducteurs isolés aux matières plastiques prennent un développement considérable.

En ce qui concerne les conducteurs, il existe une tendance nettement marquée et précise à exiger la suppression de la tresse enduite sur toutes les catégories de conducteurs. L'unanimité est faite, indéniablement dans tous les pays, en faveur du conducteur courant d'installation, isolé au chlorure de vinyle.

Alors qu'en France nous sommes encore en période transitoire entre le caoutchouc et la matière plastique, nous avons constaté qu'en Suisse, en Italie et en Allemagne, le PVC avait presque complètement supplanté le caoutchouc pour fils et câbles courants d'installations électriques. Nous n'avons rencontré nulle part de solution mixte, semblable au conducteur expérimental 750 TD que les constructeurs français ont mis sur le marché ces temps derniers, et qui comprend une couche de caoutchouc et une gaine de plastique.

Pour toutes les autres catégories de câbles, il est évident que la gaine en matière plastique remplace définitivement la tresse enduite.

Les outillages perfectionnés sont recherchés.

Dans tous les pays étrangers, nous avons constaté une tendance générale à l'équipement en outillage perfectionné.

Partout, nous avons vu utiliser le pistolet à charge. En France, nous avons recueilli à son sujet l'écho de quelques accidents graves qui auraient été de nature à freiner l'utilisation de cet outil. Grâce sans doute à une meilleure technique de la part des fabricants et aussi des dispositions de sécurité, ces accidents ne semblent pas s'être produits à l'étranger, et le pistolet à charge est très généralement employé.

En Allemagne, sur presque tous les chantiers, nous avons vu aussi le pistolet à marteau. Il est bien conçu, la pointe est correctement guidée et il remplit son office dans tous les matériaux durs.

Dans le même pays, nous avons pu voir des scies à découper les saignées dans les murs. Cet instrument, double scie circulaire, trace de haut en bas une double rainure sur une largeur déterminée: il suffit ensuite, avec un burin, de faire sauter la partie centrale. L'opération est très rapide.

Les ouvriers disposent également d'une fraise dont le diamètre correspond à celui de l'encastrement des boîtes allemandes qui, pour la plupart, sont rondes. C'est une sorte de mèche à tonneau que l'on enfonce dans la paroi et qui prépare très exactement le logement de la boîte.

Nous avons vu également des foreuses électriques pour le cramponnage, des marteaux pneumatiques ou électriques pour toutes sortes de perforation, les machines à cintrer les tubes à froid, des machines à fileter et, dans certains chantiers importants, des échafaudages avec plate-forme à levage hydraulique. Pour les grandes opérations, il est certain que cet appareillage économise beaucoup de temps.

Aux États-Unis, même les petites entreprises ont un outillage inimaginable. Nous avons posé la question de savoir si cet outillage payait. La réponse a été affirmative.

Mais les installateurs sont toutefois assez déçus. Ils avaient l'impression que cet outillage, absolument complet, pouvait permettre une amélioration de l'ordre de 40 %.

Malheureusement, il existe une résistance de l'individu bien compréhensible. D'abord un phénomène connu: si vous montez trois étages sans ascenseur vous ne dites rien, mais, le jour où il existe un ascenseur, il vous est particulièrement pénible de monter trois étages à pied... Dans une entreprise, s'il y a panne de courant ou que les chignoles sont en dérangement, personne ne sait plus se servir d'un vilebrequin.

Il y a donc résistance de l'ouvrier. Malgré l'outillage, l'économie réalisée ne sera jamais celle qu'on espérait.

En Allemagne, où nous avons posé la même question, car là aussi les outillages se développent considérablement, nous avons obtenu la même réponse: des économies sont réalisées, mais pas dans la mesure où on le pensait.

Cependant, la conclusion est qu'il faut s'équiper, d'autant plus que maintenant les entreprises ont le moyen de faire appel au crédit pour l'équipement. Il est intéressant qu'elles s'adressent à notre Fédération qui possède les éléments pour permettre l'équipement des entreprises avec des crédits avantageux s'échelonnant sur plusieurs années.

La normalisation est un facteur essentiel de productivité.

Dans les pays que nous avons traversés, nous avons pu nous rendre compte que la normalisation était un facteur certain de productivité.

Elle est souvent de fait. Aux États-Unis, la normalisation est effective puisqu'on emploie, dans tout le pays, le même matériel. Au Danemark, la normalisation est réalisée très simplement parce qu'il n'y a, à ma connaissance, qu'un fabricant de matériel électrique pour 4 millions d'habitants. Cela est suffisant, et ce fabricant fait sa normalisation lui-même.

En Allemagne, cela procède du même principe ou presque. Les quatre grands constructeurs s'alignent à peu près, tout au moins sur la normalisation dimensionnelle.

Mais qu'elle soit de fait ou raisonnée, la normalisation est l'un des éléments essentiels de la productivité.

L'organisation intérieure des entreprises. — La conduite des chantiers. — L'état d'esprit du personnel.

Après avoir passé en revue les différentes tendances concernant les méthodes, l'outillage et la normalisation, je voudrais dire encore quelques mots sur certains facteurs de productivité que nous avons examinés dans plusieurs pays étrangers.

Au retour de notre voyage en Allemagne, j'ai interrogé longuement mes camarades, pour être sûr que mon opinion

n'était pas uniquement subjective. Tous, nous sommes revenus avec une impression de solidité dans l'organisation des entreprises. Nous en avons visité beaucoup, et chaque fois longuement et sérieusement.

La mise en œuvre des chantiers, par exemple, se rapproche un peu du système américain : le chef de chantier prend possession de son travail, après avoir reçu toutes les indications nécessaires jusqu'au dernier jour de travail. Pratiquement, le commis d'entreprise, ou le patron, n'a plus à revenir donner des indications complémentaires. Les opérations se déroulent comme primitivement prévu.

Cela témoigne de deux choses : d'abord du respect des programmes, comme aux États-Unis, et ensuite de l'état d'esprit du personnel.

Ayant vu la façon dont ce personnel travaille, nous sommes revenus en nous posant une question : n'y a-t-il pas là un problème qui nous est personnel et qu'il nous faut absolument résoudre ? Nous avons l'impression que, malgré tout ce qui a pu être fait dans le domaine social, il manque un état d'esprit, une collaboration qui doit être créée, plus intime, entre le chef d'entreprise et son personnel.

Nous savons bien que la discipline est une vertu naturelle en Allemagne, mais il faut aussi noter que les ouvriers y subissent une formation professionnelle intense : formation primaire et formation professionnelle sont plus longues que les nôtres. Et l'on voit des ouvriers, fiers de ce qu'ils réalisent, fiers de posséder l'assurance de leur métier : cela est précieux.

Conclusion.

La première conclusion sera la suivante : il faut être prudent dans l'adoption de procédés nouveaux. Je pense qu'en France, après avoir vu ce qui se fait à l'étranger, nous ne devons pas, sans raisonnement, décider d'employer toutes sortes de systèmes, sans les avoir examinés dans nos commissions.

Par le canal de l'Association internationale, nous pouvons effectuer une première sélection. Nous bénéficions de l'expérience de nos collègues étrangers. Il n'y a plus qu'à mettre à l'étude les procédés reconnus valables et à les discuter au sein de l'Union Technique, pour rétablir les règles et recommandations nécessaires. D'ailleurs, comme ces procédés nouveaux appellent une

certaine technique, il importe qu'ils ne soient mis qu'entre les mains de gens capables.

C'est la raison pour laquelle il faut absolument poursuivre, dans nos organisations, la qualification professionnelle ; il faut aussi que les contrôles se développent considérablement.

La deuxième conclusion, c'est qu'il est nécessaire de collaborer avec les constructeurs. Des peintres sont partis récemment cinq semaines aux États-Unis. On leur a fait voir, dans des bâtiments de très grande surface, comment les peintures se développaient à une rapidité considérable. Frappés par ces méthodes, ces peintres, à leur retour, ont demandé aux fabricants de peinture française s'ils pouvaient faire la même chose que ce qu'ils avaient vu aux États-Unis, la réponse fut négative, acceptée comme telle. Tout est fini.

Dans une certaine mesure, le même problème se pose pour nous. Je ne sais pas s'il est possible de produire des tubes acier genre américain, c'est-à-dire qui soient un peu moins épais et plus facilement malléables que les nôtres. Mais il y a intérêt à faire des recherches dans ce sens, parce que, d'après notre expérience, on peut économiser 10, 15 et même 20 % du prix de revient des installations, lorsque nous aurons considérablement simplifié la main-d'œuvre qui travaille les tubes d'acier filetés normaux. De même, il est certain que nos collègues danois réalisent des installations beaucoup plus rapidement, avec leur propre procédé. Il s'agit de savoir si nous pouvons agir comme eux, et si nous pouvons avoir, en France, un tube semblable au leur.

Enfin, dernière conclusion : le problème de la normalisation reste presque entier, pour le résoudre nous avons besoin des constructeurs. Ceux-ci nous disent souvent : mon principal client, c'est l'E. D. F... Mais cet organisme n'a pas les mêmes préoccupations que nous dans le domaine de l'installation privée. Je ne veux pas faire de la réclame pour certains grands magasins, mais je puis toutefois rappeler qu'il existe aux *Galleries Lafayette*, au *Printemps*, au *Bazar de l'Hôtel de Ville*, un conseil des clients. Ce conseil discute avec les acheteurs des magasins qui s'estiment très satisfaits des résultats ainsi obtenus.

C'est là un exemple que je sou mets à nos constructeurs ; un petit concile entre eux nous donnerait bien souvent de bons résultats. Le poète a dit « des gens qui ont pleuré ensemble s'entendent si bien ». Je souhaite que nous n'attendions pas d'avoir pleuré, même ensemble, pour parler et nous comprendre.

DISCUSSION

M. GOURMAND. — Dans les différents pays étrangers que vous avez visités, emploie-t-on la moulure ? Ou bien celle-ci est-elle l'apanage de la France seule ?

M. COMTET. — C'est bien l'apanage de la France. Je n'ai pas vu un seul morceau de moulure en bois à l'étranger.

M. GOURMAND. — En ce qui concerne la normalisation, avez-vous vu des tableaux préfabriqués de petites dimensions ? Quoique faisant presque tous des collectifs, nous ne disposons pas en France pour l'instant de ce genre de matériel.

M. COMTET. — Nous en avons rencontré en Grande-Bretagne, en Allemagne, en Suisse. Ce sont de petits tableaux préfabriqués avec un dispositif de meccano à l'intérieur, qui sont très normalement employés.

M. GOURMAND. — Indépendamment des appareils à élévation hydraulique, qui offrent un intérêt pour les grosses installations, utilise-t-on à l'étranger des échelles à plate-forme, de petites dimensions, comme il en existe en France ?

M. COMTET. — Je n'ai pas particulièrement fait attention à ce matériel. Mais, étant donné que de nombreux gestes sont perdus avec l'utilisation d'une échelle, chacun recherche un système amélioré. Et il semble que, dans certains pays, on en soit ainsi venu à des systèmes d'échafaudage mobile.

M. PATÉ. — Vous avez parlé au début des règlements de la profession : je tenais à ce sujet à signaler les travaux établis par Jean SAILLY de la Chambre des Ingénieurs Conseils de France.

Ensuite, vous avez fait état du contrôle des installations. Or, avec quatre de mes confrères, nous en avons discuté avec vous-même au mois de juin de l'année dernière.

M. COMTET. — Il s'agit là d'un large débat, je vais essayer de le résumer. Peut-on effectuer un contrôle ? Dans l'état actuel de la réglementation, vous le savez comme moi, il n'est pas imposé pour les installations domestiques, sauf peut-être à Rouen, où on ne peut raccorder au réseau une installation ne possédant pas un certificat de conformité.

M. PATÉ. — Dans les Bouches-du-Rhône, le contrôle est effectué par les services communaux. Dans la région de Grenoble, n'importe qui peut faire le contrôle à condition qu'un certificat normal soit délivré.

M. COMTET. — Vous avez été tenus au courant de nos efforts en ce qui concerne l'organisation Qualifec. C'est à la suite de la mise en place de cet organisme, et avec l'accord de ceux qui se seront fait qualifier — l'adhésion étant subordonnée à un engagement d'honneur de respecter les règles et le contrôle des installations — que les contrôles pourront être effectués. Malheureusement, ce n'est pas du jour au lendemain que l'on peut régler une question aussi importante. Je crois que nous allons, lentement mais avec chance de succès, vers un dispositif de contrôle qui devrait satisfaire tout le monde.

M. PATÉ. — Et qui rendrait service, dans bien des cas, aux usagers.

M. ACOLAS. — Est-ce qu'on ne pourrait pas obtenir des fabricants qu'ils nous livrent du matériel au point ? Souvent, les vis ne vissent pas ou ne peuvent être enfoncées complètement. Et cela revient bien cher.

M. COMTET. — C'est exact, et c'est lorsque nous aurons des conversations avec les constructeurs que nous pourrions faire état des défauts dont vous parlez.

Un AUDITEUR. — Existe-t-il à l'étranger une brochure « 48 » qui régit les installations avant compteur, et est-elle appliquée à l'ensemble du territoire intégralement ?

M. COMTET. — M. LANGE, qui est compétent en la matière, pourra vous répondre.

M. LANGE. — A ma connaissance, il n'existe pas, à l'étranger, de publication analogue à la publication « 48 ». Les textes correspondants à l'étranger sont des textes particuliers à chaque société de distribution. C'est une initiative française que d'avoir essayé de codifier et de normaliser les exigences du distributeur, en pareille matière, ce qui, évidemment, ne peut se faire que progressivement, et par étapes. Je crois d'ailleurs pouvoir annoncer que l'éventualité d'une révision de cette publication, en vue d'une meilleure inter-pénétration des exigences des différentes régions de la France, est en perspective.

(Reproduction interdite.)

Les thèses et la méthode d'exposition adoptées par les conférenciers et les personnes qui prennent part aux discussions peuvent parfois heurter certains points de vue habituellement admis. Mais il doit être compris que ces thèses et discussions, à l'égard desquelles l'Institut Technique ne saurait prendre parti, ne visent en rien les personnes ni le principe des Institutions.

Série : **BÉTON PRÉCONTRAIN** (26)

EXPÉRIENCES DE RELAXATION DES CONTRAINTES DANS LE BÉTON PRÉCONTRAIN

par **MM. G. DAWANCE**

Chef du Service Physique et Métaux,

et **A. CHAGNEAU,**Ingénieur au Centre Expérimental de Recherches
et d'Études du Bâtiment et des Travaux Publics

RÉSUMÉ

Les expériences commencées en 1952 avec des fils d'acier tréfilé ont été poursuivies, de nouvelles expériences ont été entreprises avec des fils d'acier patenté. Le présent rapport donne les résultats obtenus dans les deux cas pour différents taux de compression initiaux du béton. La détermination des contraintes des aciers est effectuée à partir de la mesure de la fréquence de vibration transversale.

SUMMARY

Tests begun in 1952 with extruded steel wire have been continued, and new tests have been carried out on patented steel wires. The present report gives the results obtained in the two cases for different rates of initial compressions of the concrete. The determination of the stresses of the steels is carried out from the measurement of the frequency of transversal vibration.

CHOIX DES CONTRAINTES ADMISSIBLES INITIALES DANS LES ACIERS POUR BÉTON PRÉCONTRAIN

par **M. A. CHAGNEAU,**Ingénieur au Centre Expérimental de Recherches
et d'Études du Bâtiment et des Travaux Publics

RÉSUMÉ

La chute de précontrainte d'un ouvrage en béton précontraint est due aux déformations lentes du béton et à son retrait ainsi qu'à l'action des forces extérieures. Pour une même précontrainte initiale, il y a intérêt à utiliser des aciers fortement tendus. Cependant, la prudence recommande de ne pas dépasser une certaine limite qui ne peut être fixée qu'après examen des courbes de traction de ces aciers.

SUMMARY

The falling-off of prestressing in a prestressed concrete construction is due to the slow deformations of the concrete and to its shrinkage, and also to the action of exterior forces.

For a same initial prestressing, it is advisable to use steels under high tension. Nevertheless prudence demands that a certain limit must not be passed, a limit which may be fixed only after an examination of the tensile strength curves of these steels.

EXPOSÉ DE MM. DAWANCE ET CHAGNEAU

La connaissance de l'évolution du taux de précontrainte au cours du temps dans un ouvrage en béton précontraint étant essentielle pour l'évaluation du coefficient de sécurité, le C.E.B.T.P. a entrepris dès 1946 des recherches sur les problèmes de relaxation des fils d'acier et de fluage du béton sous charges permanentes.

Ces travaux ont déjà fait l'objet de deux publications en 1948 et 1952 ⁽¹⁾ ⁽²⁾. Le présent rapport complète la publication de 1952 en ce qui concerne les bétons chargés après un an d'âge associés avec des aciers tréfilés et donne les premiers résultats obtenus dans une deuxième série d'essais utilisant des fils d'acier patenté.

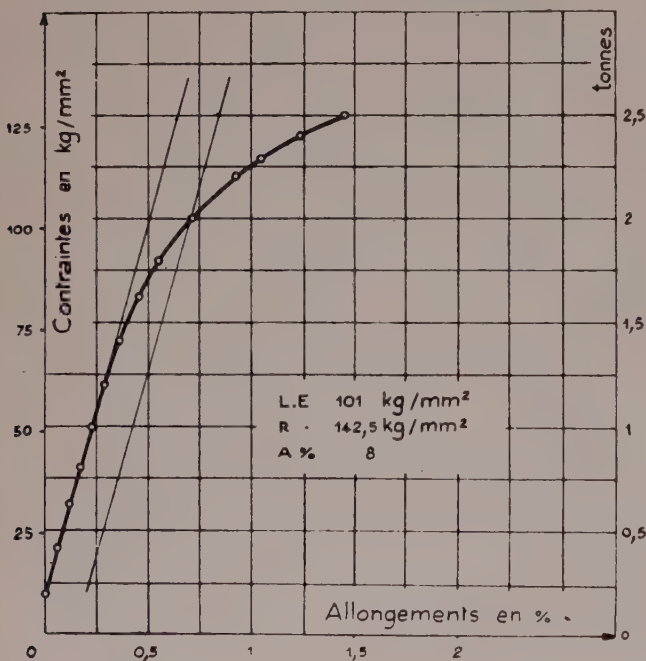


FIG. 1. — Diagramme de traction de fils d'acier tréfilés, utilisés pour les essais à un an.

Les aciers utilisés dans ces deux séries sont d'origine différente, de plus ceux de la première série approvisionnés en 1949 n'ont pas les qualités des aciers actuels, par contre, les aciers patentés de la deuxième série approvisionnés en 1953 sont de nuance plus moderne et réalisent des performances plus favorables (fig. 1 et 2).

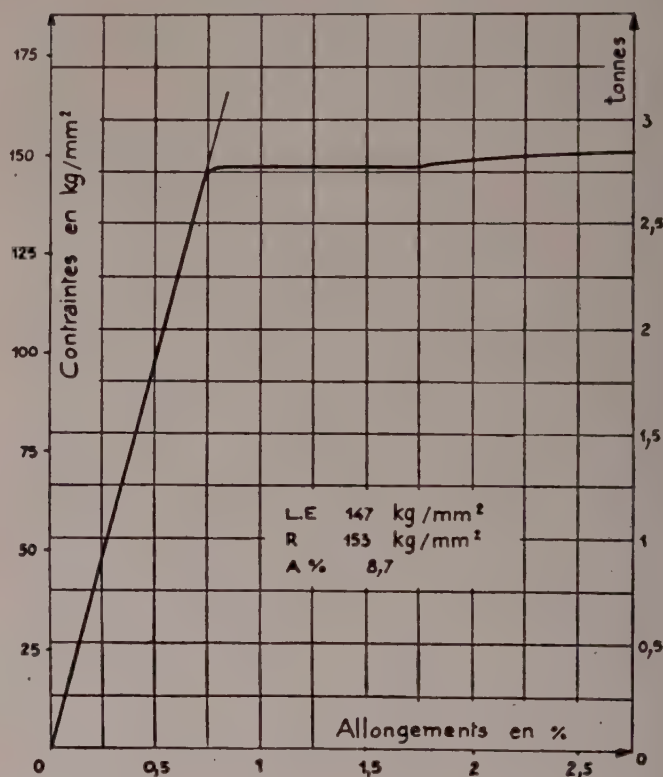


FIG. 2. — Diagramme de traction de fils d'acier patentés pour les essais à un mois.

DISPOSITIF D'ESSAI

Les fils d'acier servant à donner la précontrainte sont tendus sur un bâti rigide et viennent prendre appui sur des prismes de béton qui sont ainsi mis en compression. On mesure au moyen d'un poste d'écoute pour corde vibrante, la fréquence de vibration, transversale du ou des

fils. On obtient ainsi une mesure directe et précise de la contrainte (de l'ordre de 1%). Ce dispositif d'essai associé au poste d'écoute TELEMAT permet de maintenir une telle précision au cours de nombreuses années sans précautions spéciales.

⁽¹⁾ Une nouvelle méthode pour l'étude de la relaxation des fils d'acier par G. DAWANCE, *Ann. I. T. B. T. P.* n° 3 — février 1948.

⁽²⁾ Expériences de relaxation des contraintes dans le béton précontraint par G. DAWANCE, Association Internationale des Ponts et Charpentes — Zurich 1952.

PREMIÈRE SÉRIE D'ESSAIS AVEC ACIERS TRÉFILÉS

On se reportera à la publication de 1952 ⁽²⁾ pour connaître les caractéristiques mécaniques complètes des bétons utilisés. En particulier, les bétons chargés après un an d'âge se composaient d'agréats silico-calcaires de Seine et de ciment H. R. I. dosé à 350 kg/m³, leur résistance étant à cet âge de l'ordre de 450 kg/cm².

Les contraintes initiales choisies pour ces bétons étaient de 81, 101, 134 et 170 kg/cm², 134 kg/cm² correspondant aux 28/100 de la résistance à la compression. Les contraintes initiales des aciers étaient dans tous les cas 0,7 R, soit 100 kg/mm².

DEUXIÈME SÉRIE D'ESSAIS AVEC ACIERS PATENTÉS

1. Caractéristiques mécaniques de traction des aciers.

Limite d'élasticité : 147 kg/mm², écart moyen par rapport à la moyenne, pris sur vingt essais, 0,6 kg/mm².

Contrainte de rupture : 153 kg/mm², écart moyen par rapport à la moyenne, pris sur vingt essais, 0,8 kg/mm².

Allongement de rupture (base AFNOR) : 8,7 %.

On remarquera que la limite d'élasticité est très voisine de la contrainte de rupture, cependant l'allongement de rupture reste important du fait de la présence du palier d'écoulement.

2. Caractéristiques des bétons.

a) Composition pour 1 m³.

gravillon 5-10 : 1 100 kg
sable 0,5-2 : 600 kg
superciment : 500 kg
eau : 170 l

b) Résistance à la compression.

âge en jours :	R en kg/cm ²
3	400 moyenne de trois essais
7	414 moyenne de cinq essais
27	433 — — —
91	460 — — —

c) Module d'élasticité dynamique.

âge en jours :	E en kg/cm ²
8	360 000 moyenne de cinq essais
22	378 000 — —
27	379 000 — —
91	371 000 — —

d) Retrait.

AGE EN JOURS	RETRAIT EN μ/m OU $\frac{\Delta l}{l} 10^{-4}$		
	Éprouvette 1	Éprouvette 2	Moyenne
1	0	0	0
3	100	88	94
7	225	169	197
21	362	338	350
27	394	363	379
91	525	500	513
151	558	538	548
251	566	546	556
			stabilisation

Les mesures correspondant à 151 et 251 jours, ont été extrapolées d'après des résultats obtenus antérieurement au Laboratoire.

Pour cette deuxième série d'essais le programme était le suivant :

bétons comprimés après un mois d'âge à des contraintes de : 92, 116, 149 et 211 kg/cm², 116 kg/cm² correspondant sensiblement aux 28/100 de la résistance du béton à 90 jours, aciers tendus dans tous les cas, à 0,8 R soit 122 kg/mm².

RÉSULTATS DES ESSAIS

1° Le diagramme n° 3 montre la chute de contraintes en fonction du temps des aciers seuls tendus initialement à 0,7 R pour les aciers tréfilés, et tendus à 0,7, 0,8 et 0,9 R pour les aciers patentés.

2° Les diagrammes n°s 4 et 5 montrent la chute de contraintes en fonction du temps des aciers tréfilés associés avec du béton comprimé après un an d'âge, et celle

des aciers patentés associés avec du béton comprimé après un mois d'âge.

3° Les diagrammes n°s 6 et 7 montrent la chute de contraintes en fonction du temps des bétons chargés après un an et un mois d'âge.

4° Les diagrammes n°s 8 et 9 donnent en fonction du temps les déformations totales des bétons.

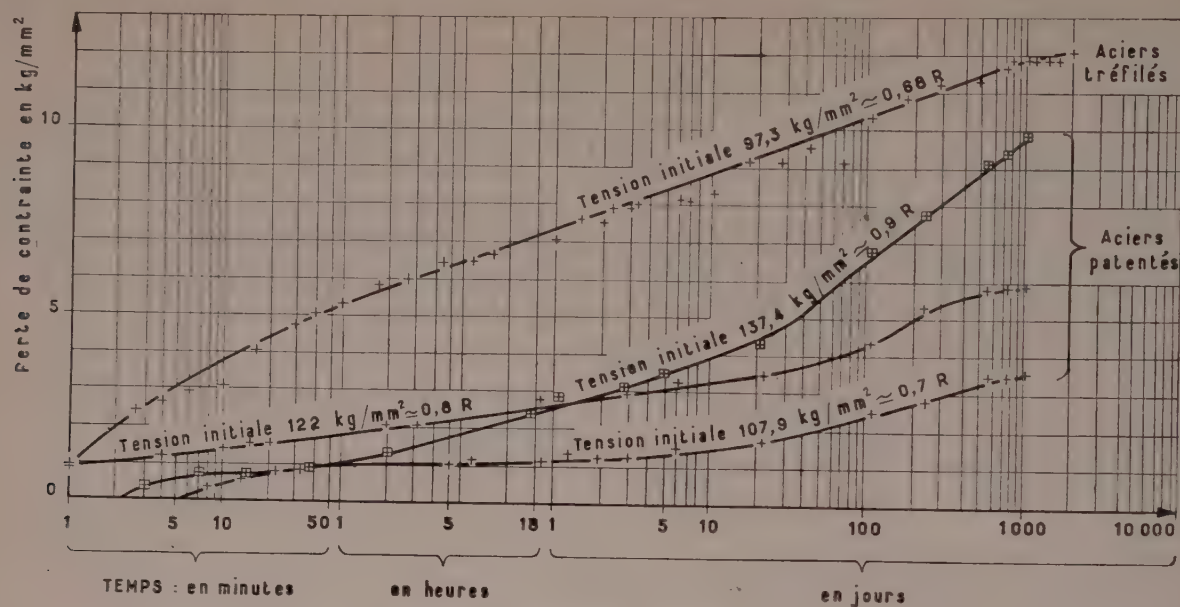


FIG. 3. — Diagramme de relaxation des aciers seuls.

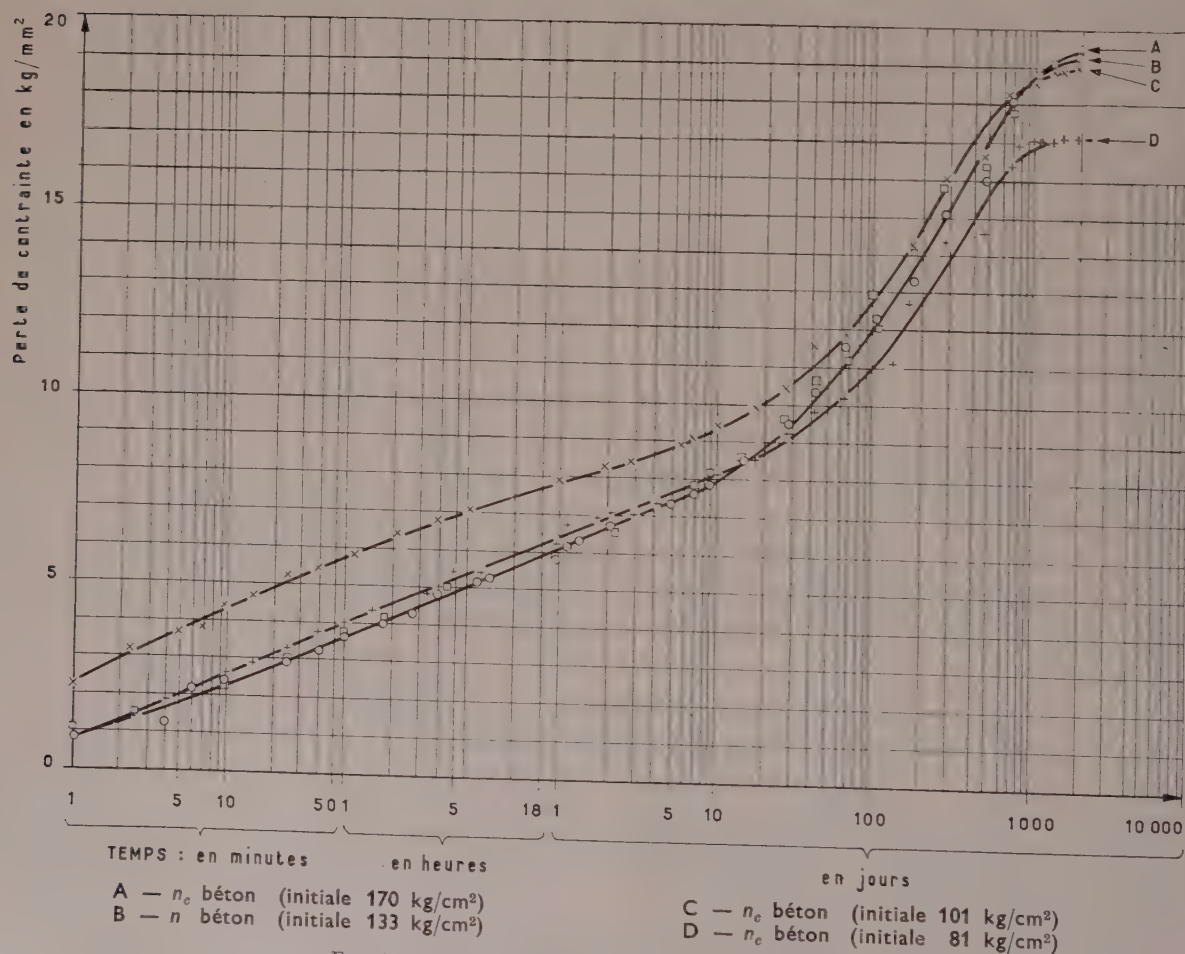


FIG. 4. — Diagramme de relaxation des aciers trefilés.
Tension initiale $\approx 0,66 R$ — Béton comprimé après un an d'âge.

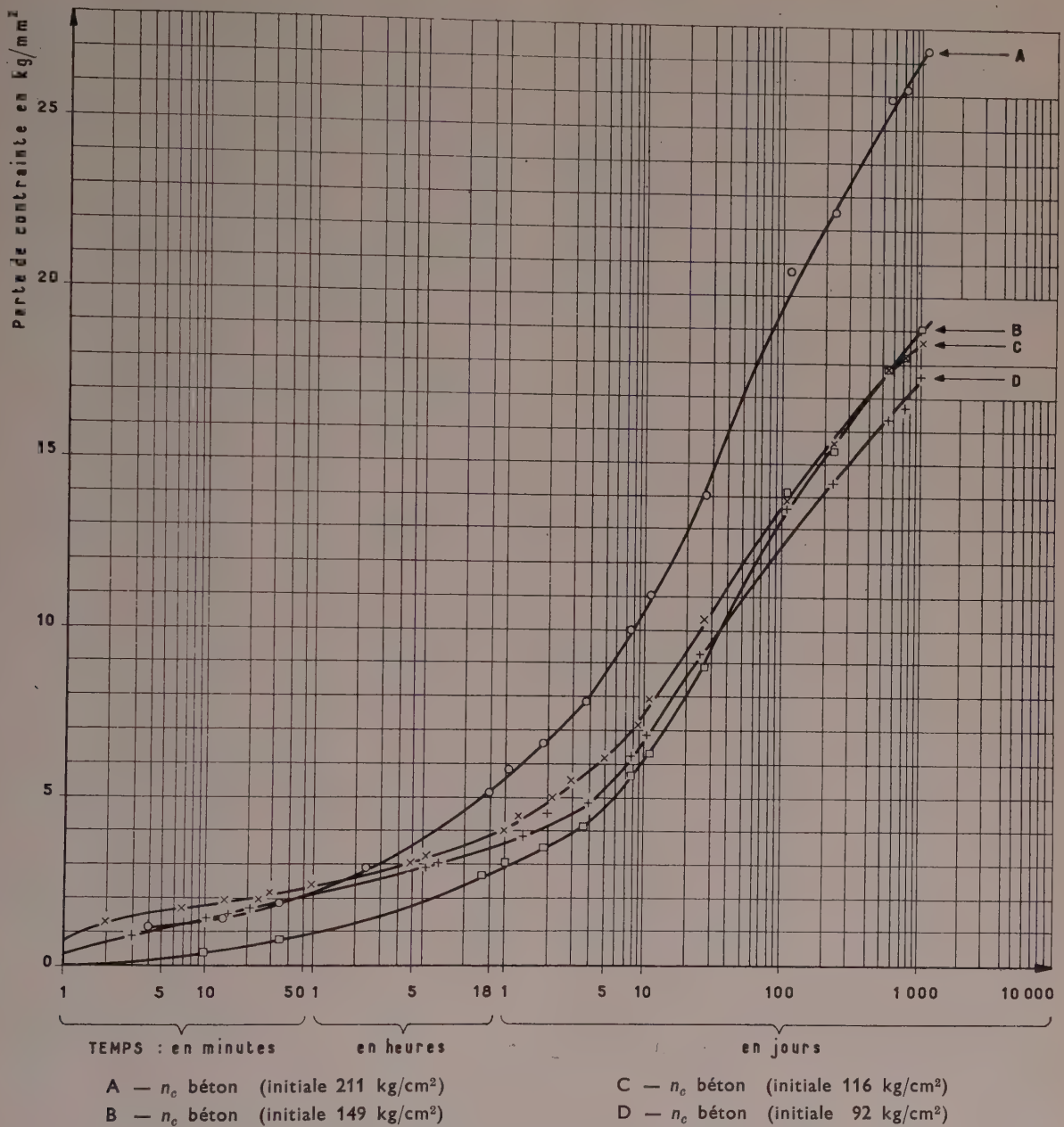


FIG. 5. — Diagramme de relaxation des aciers patentés.
Tension initiale $\approx 0,8 R$ — Béton comprimé après un mois d'âge.

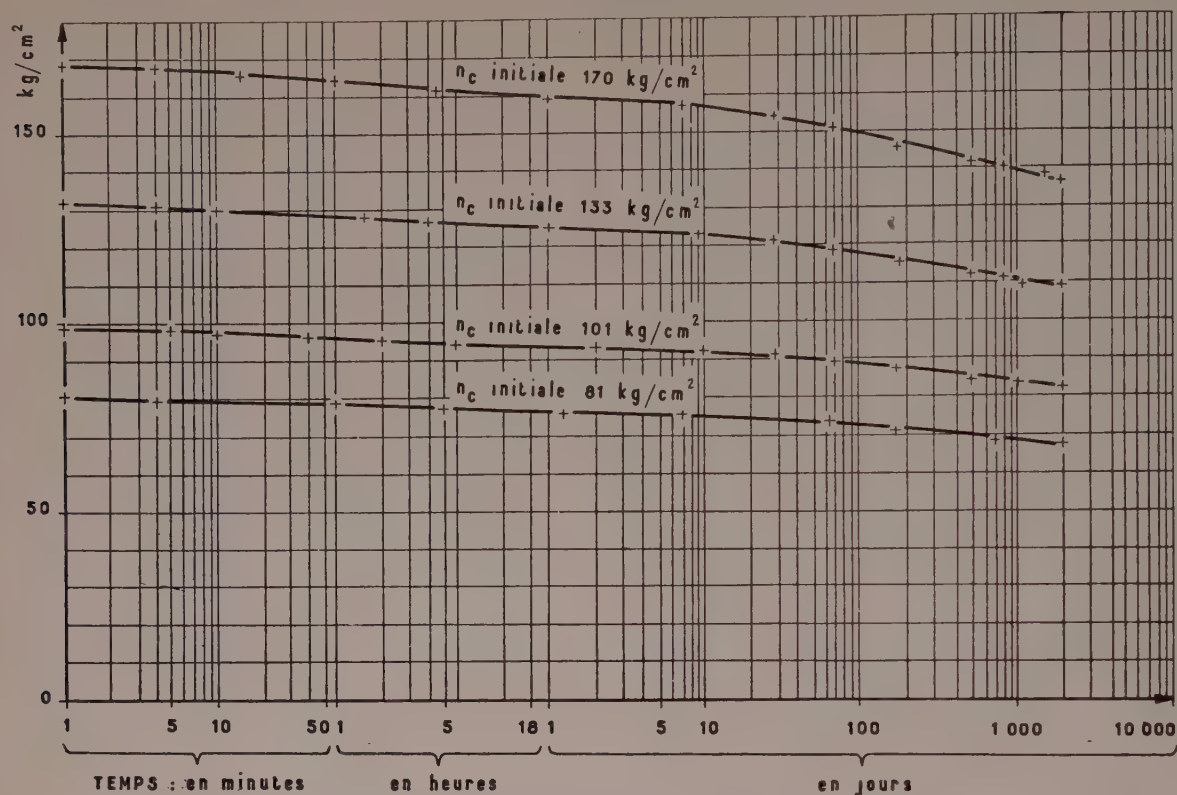


FIG. 6. — Variation de la contrainte de compression dans le béton en fonction du temps.
Béton chargé après un an d'âge avec aciers tréfilés.

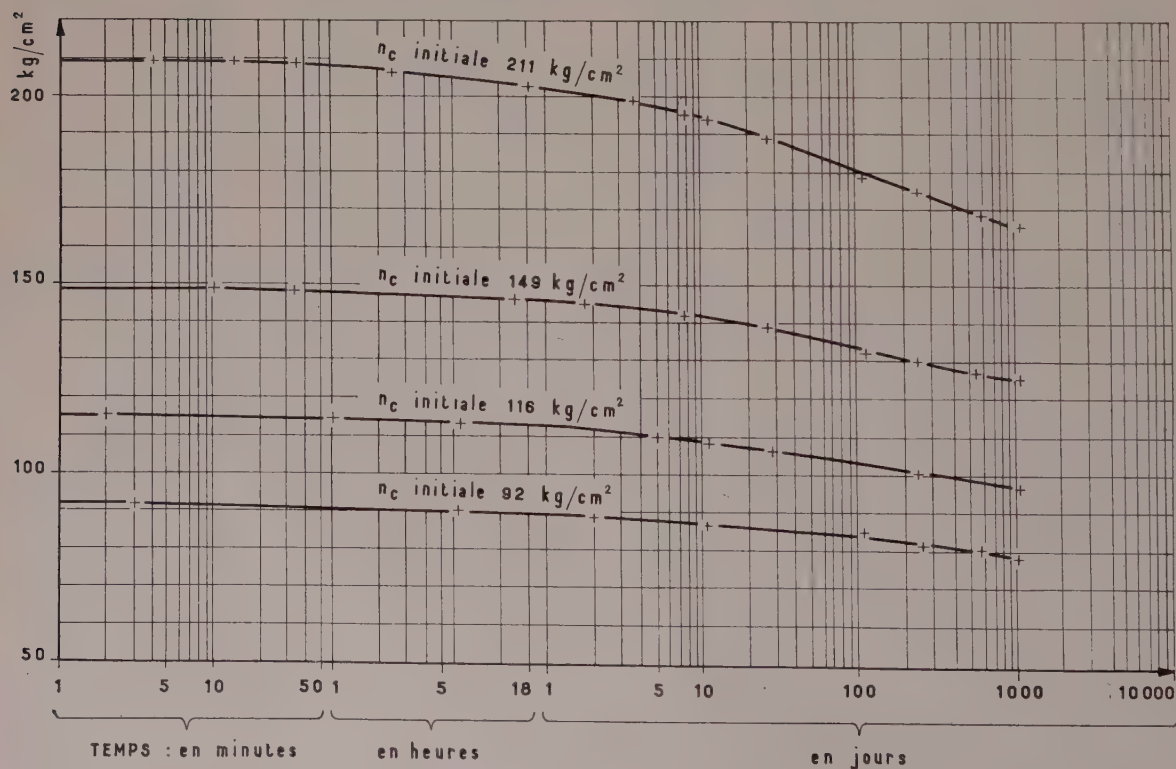


FIG. 7. — Variation de la contrainte du béton en fonction du temps.
Béton chargé après un mois d'âge avec aciers patentés.

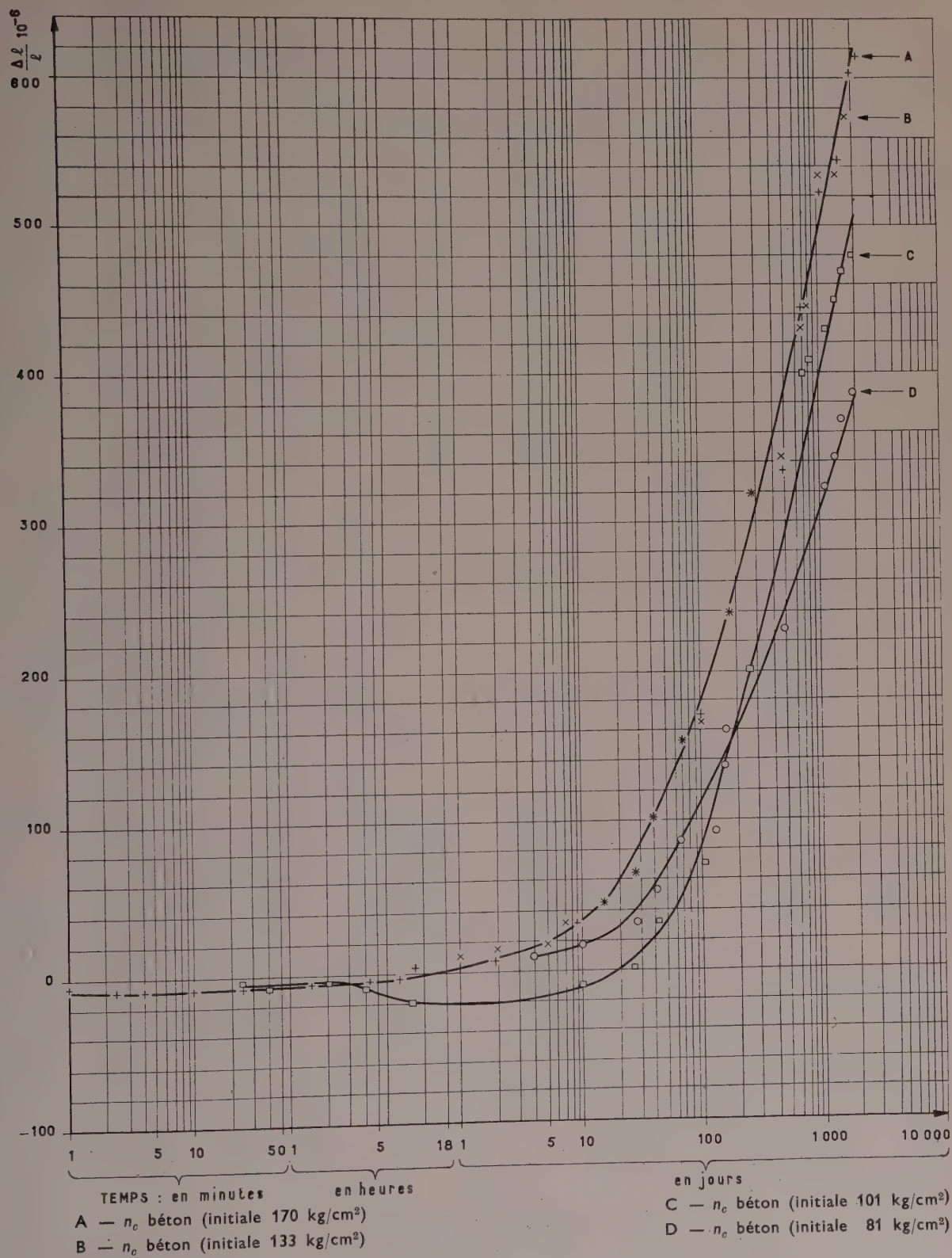


FIG. 8. — Diagramme déformations lentes du béton.
Béton comprimé à un an d'âge.

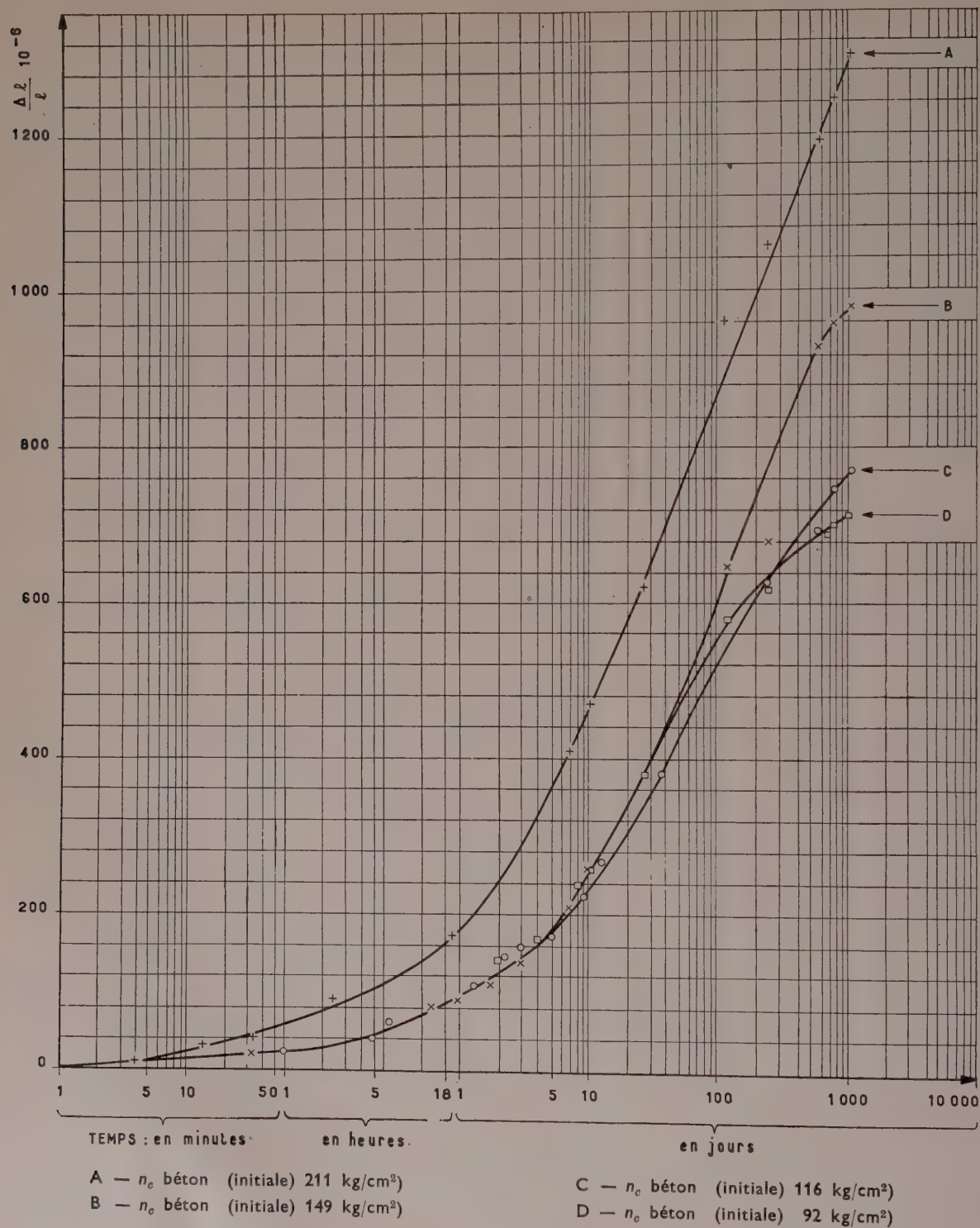


FIG. 9. — Diagramme déformations lentes du béton (déformation totale).
Béton comprimé après un mois d'âge.

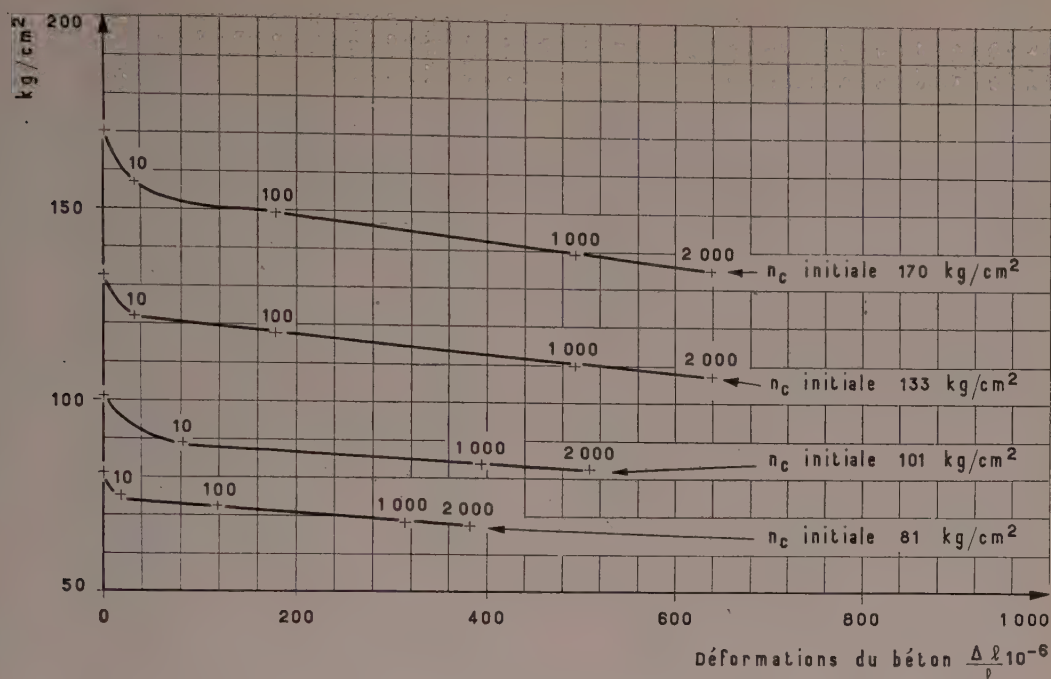


FIG. 10. — Courbes contraintes-déformations lentes du béton.
Béton chargé à un an d'âge.

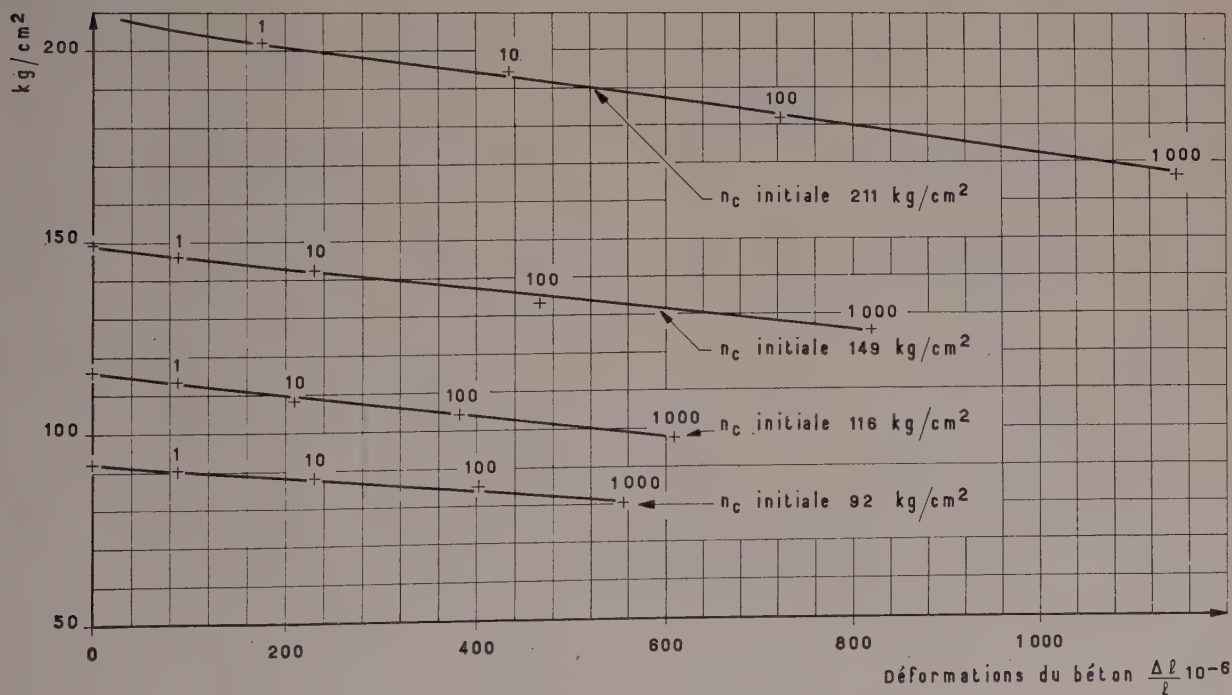


FIG. 11. — Courbes contraintes-déformations lentes du béton (retrait déduit).
Béton chargé à un mois d'âge.

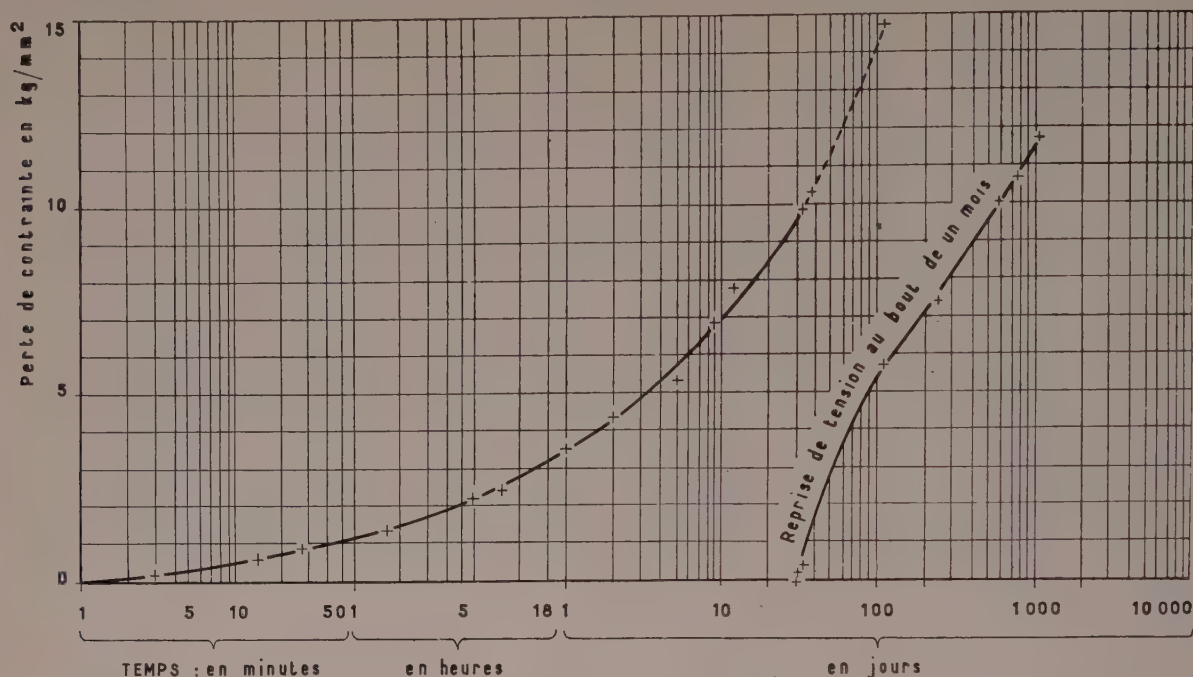


FIG. 12. — Diagramme de relaxation des aciers.

Béton comprimé après un mois d'âge
 n_0 initiale du béton 116 kg/cm²
 n_f initiale des aciers 120,4 kg/mm² $\approx 0,8 R$

5° Les diagrammes nos 10 et 11 donnent les variations contraintes-déformations lentes des bétons (retrait déduit pour les bétons à un mois pour les bétons à un an, on peut admettre que le retrait a déjà été effectué).

6° Le diagramme n° 12 montre l'influence d'une remise en tension des aciers sur leur chute de contrainte en fonction du temps (la courbe en tiret correspond à un deuxième essai dans lequel les fils n'ont pas subi de reprise de tension).

Les aciers utilisés étaient des fils patentés tendus initialement à 0,8 R et associés avec du béton comprimé initialement à 116 kg/cm².

7° Le diagramme n° 13 montre l'augmentation de tension des aciers due au passage du béton d'une hygrométrie à 60 % à une hygrométrie à 95 %.

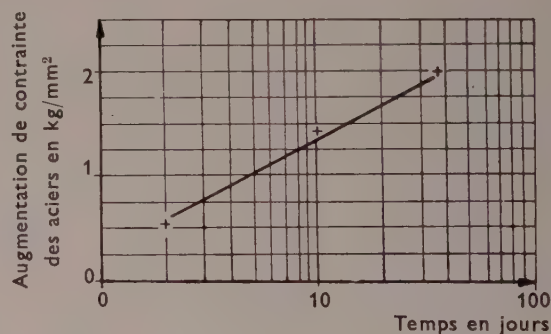


FIG. 13. — Béton associé avec des aciers patentés.

- 1° Conservé pendant trois ans dans une salle avec hygrométrie à 60 %.
- 2° Puis conservé pendant trente-sept jours dans une salle avec hygrométrie à 95 %.

CONCLUSIONS

1° Les aciers patentés utilisés dans la deuxième série d'essais ont montré des caractéristiques de relaxation propre bien supérieures à celles des aciers tréfilés utilisés dans la première série. En effet au bout de trois ans les aciers patentés tendus initialement à 0,8 R ont une relaxation de l'ordre de 5 %, alors que les aciers tréfilés tendus à 0,7 R donnaient pour le même laps de temps une relaxation de l'ordre de 12 %. Mais ces remarques relatives uniquement au fluage ne doivent pas faire oublier que d'autres facteurs interviennent dans le choix d'une qualité de fils : tenue à la corrosion, sensibilité à la rayure, tenue dans les ancrages, etc...

2° Le fait que les déformations des bétons soient des raccourcissements importants montre que la relaxation

propre des aciers, s'ils sont judicieusement choisis ne joue qu'un rôle secondaire dans l'ensemble des phénomènes.

L'importance même de ces déformations tend d'ailleurs à réduire notablement la relaxation propre des aciers. A titre d'exemple, au bout de trois ans, les aciers patentés associés au béton comprimé initialement à 116 kg/cm² au bout d'un mois perdent 16 % de leur tension initiale, le pourcentage pris par les aciers ne pouvant être au maximum que de 5 %.

3° La reprise de tension des aciers associés au béton ne diminue pas sensiblement la perte de précontrainte. Le diagramme n° 12 montre en effet que cette opération modifie assez peu le cours de l'essai.

4° Les essais réalisés l'ont été dans des conditions les plus défavorables, c'est-à-dire retrait et déformations plastiques maxima dues aux conditions de conservation (température 18° C, hygrométrie moyenne 60 %); les dimensions très faibles des éprouvettes tendant d'ailleurs encore à les accentuer. Ces conditions de conservation peuvent cependant se rencontrer dans la pratique.

Notre conclusion générale sera la suivante : les aciers actuellement sur le marché permettent des précontraintes initiales du béton importantes. Mais la chute de cette précontrainte au cours du temps étant surtout due au retrait et au fluage des bétons, on ne pourra valablement et économiquement améliorer cette situation qu'en augmentant la qualité des bétons au point de vue fluage et retrait.

EXPOSÉ DE M. CHAGNEAU

Nous allons examiner successivement :

1° L'influence du retrait et des déformations lentes du béton, ainsi que celle du fluage des aciers sur la force de précontrainte initiale.

2° L'influence d'une force extérieure sur la précontrainte finale du béton.

3° Les raisons qui doivent guider le choix de la contrainte initiale des aciers.

I. INFLUENCE DU RETRAIT, DES DÉFORMATIONS LENTES DU BÉTON ET DU FLUAGE DES ACIERS SUR LA FORCE DE PRÉCONTRAINTÉ INITIALE

Nous supposons tout d'abord que les courbes de chargement du béton et des aciers sont linéaires et que pour la force de précontrainte initiale appliquée il n'y ait pas de fluage de l'acier.

Soit dans ces conditions une poutre en béton de 20 cm² de section, précontrainte en son milieu par une force de 2 000 kg soit 100 kg/cm². Supposons cette force obtenue par des aciers de 20 mm² de section totale donc tendus à 100 kg/mm², soit par des aciers de 100 mm² de section totale tendus à 20 kg/mm². Dans le premier cas la déformation relative des aciers est $100/20\,000 = 5\,000 \times 10^{-6}$, et dans le deuxième $20/20\,000 = 1\,000 \times 10^{-6}$; celle du béton en admettant un module normal de 400 000 kg/cm² est $100/400\,000 = 250 \times 10^{-6}$. Si on admet que les déformations lentes du béton (déformations différées + retrait) sont le double des déformations instantanées, soit 500×10^{-6} , on peut tracer les diagrammes 1 et 2. En remarquant que les déformations lentes du béton doivent être égales au raccourcissement élastique des aciers, le point F_p ne peut que suivre la droite $F_p O$ de déchargement de ces aciers ce qui donne le point F'_p .

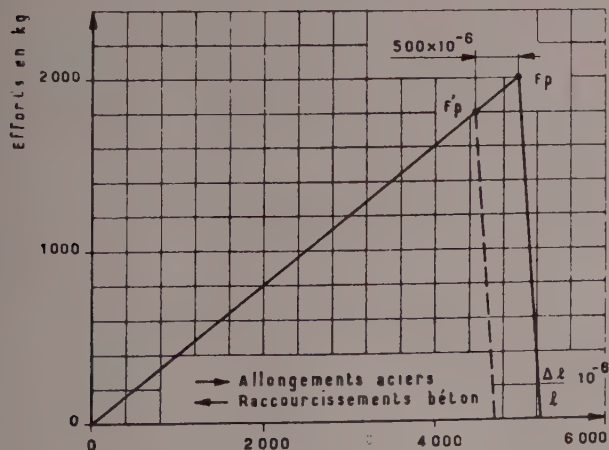


FIG. 1. — Cinq aciers 20 mm² tendus à 100 kg/mm².
Perte de F_p 200 kg, soit 10 %.

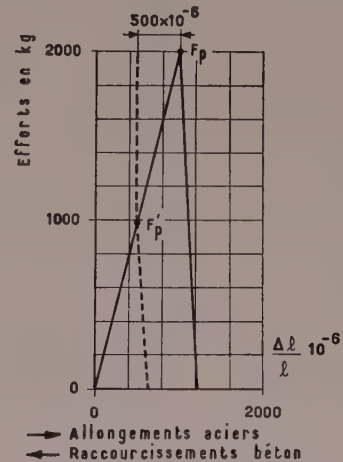


FIG. 2. — Cinq aciers 100 mm² tendus à 20 kg/mm².
Perte de F_p 1 000 kg, soit 50 %.

On voit ainsi que dans le premier cas la perte de précontrainte est 200 kg soit 10 % de la précontrainte initiale et dans le deuxième cas 1 000 kg soit 50 %.

On retrouve évidemment par le calcul les mêmes résultats, car pour une déformation lente du béton de 500×10^{-6} , la perte de contrainte des aciers est $n = 20\,000 \times 500 \times 10^{-6} = 10$ kg/mm², donc une perte dans le premier cas de $10 \times 20 = 200$ kg et dans le deuxième $10 \times 100 = 1\,000$ kg⁽¹⁾.

Envisageons maintenant le cas où les aciers ne fluent pas, mais ont été chargés au delà de leur limite de proportionnalité : le point F_p suit encore la courbe de déchargement des aciers mais qui n'est plus cette fois la courbe

(1) Il est d'ailleurs visible que si $m = \frac{F}{\Delta l} = \text{Cte}$ est l'inverse de la

déformabilité des fils, et d les déformations lentes du béton (relatives) on a : perte d'effort de précontrainte = md .

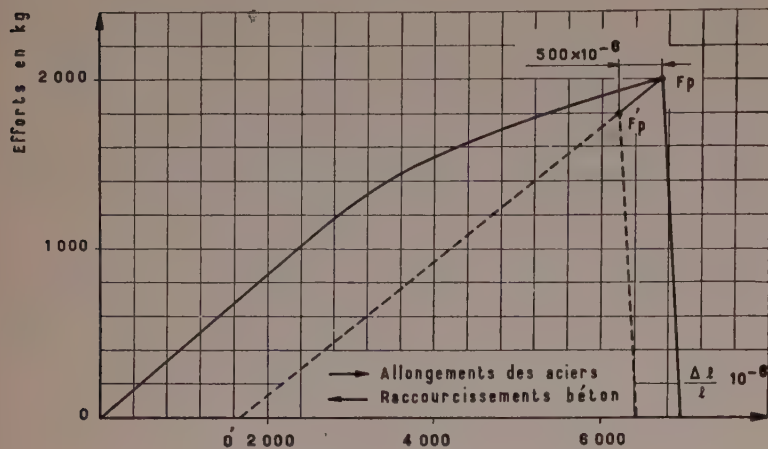


FIG. 3. — Cinq aciers 20 mm² tendus à 100 kg/mm². Perte de F_p 200 kg, soit 10 %.

de chargement, $F_p O$, mais la courbe $F_p O'$ (diagramme 3) et ce point vient en F'_p (diagramme 3). On remarque que F'_p a la même ordonnée que précédemment, mais les capacités de déformation des aciers sont réduites.

Mais en fait, la chute de précontrainte initiale est due à la fois aux déformations lentes du béton et au fluage des aciers.

On vient de voir que si, seul le béton flue, le point F_p parcourt la courbe de déchargement des aciers, il s'ensuit que si seuls les aciers fluent le point F_p doit parcourir la courbe de déchargement du béton qui n'est d'ailleurs

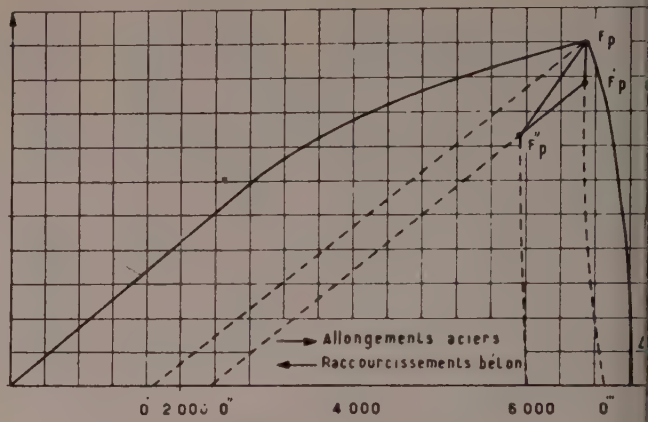


FIG. 4. — Variations de la précontrainte F_p due au fluage de l'acier et du béton.

jamais celle de son chargement. Quand ces deux effets coexistent le point F_p doit se déplacer suivant une courbe située entre les deux courbes de déchargement, aciers-béton.

Quelle est l'allure de cette courbe? Supposons tout d'abord que ces deux effets ne soient pas simultanés, c'est-à-dire que pour arriver à la précontrainte finale F''_p on ait tout d'abord le fluage des aciers puis le fluage du béton. Dans ces conditions, le point F_p parcourt d'abord la courbe de déchargement du béton et il vient en F'_p , ensuite le point F'_p parcourt la courbe de déchargement des aciers $F'_p O''$ et il vient en F''_p (diagramme 4).

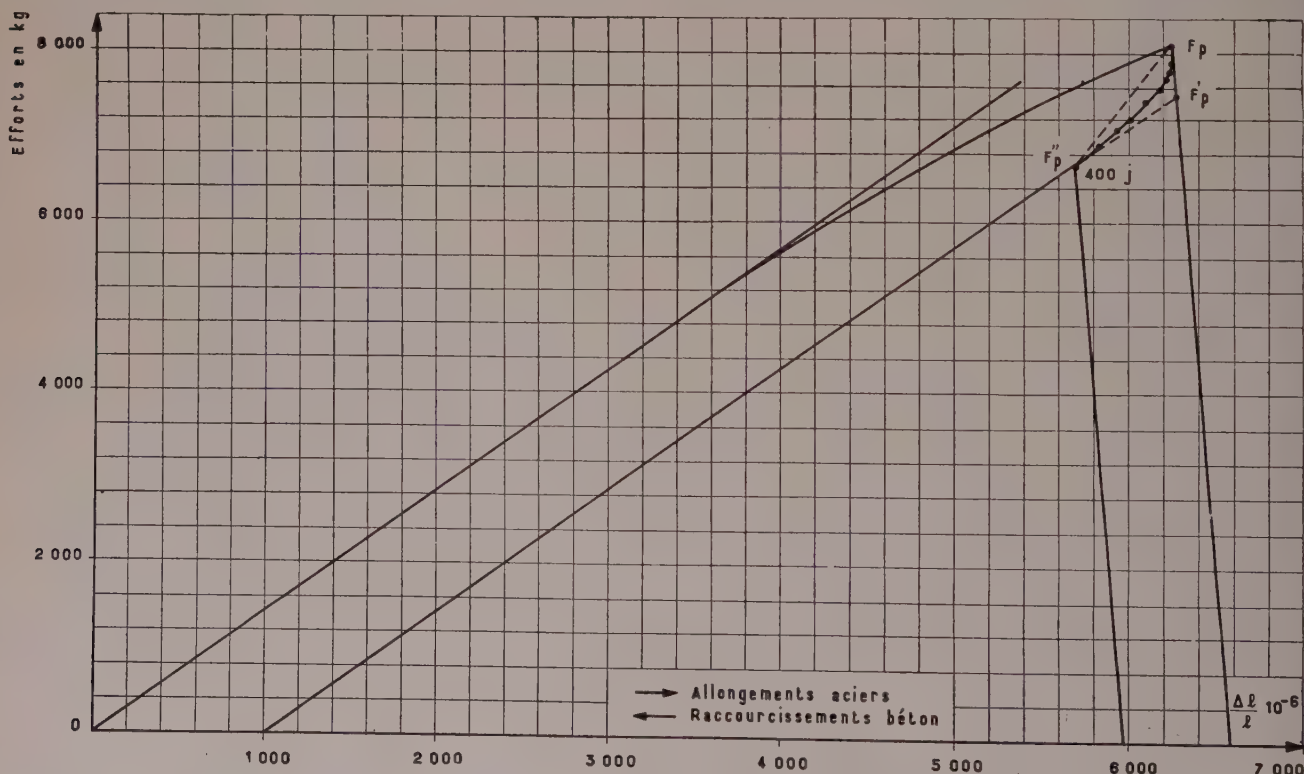


FIG. 5. — Béton à trois mois chargé à 134 kg/cm² (≈ $\frac{25}{100}$ R 90) associé avec des aciers tréfilés. Perte à 400 j précontrainte béton ≈ 18 %. Perte due à l'acier ≈ 7 %. Perte due au béton ≈ 11 %.

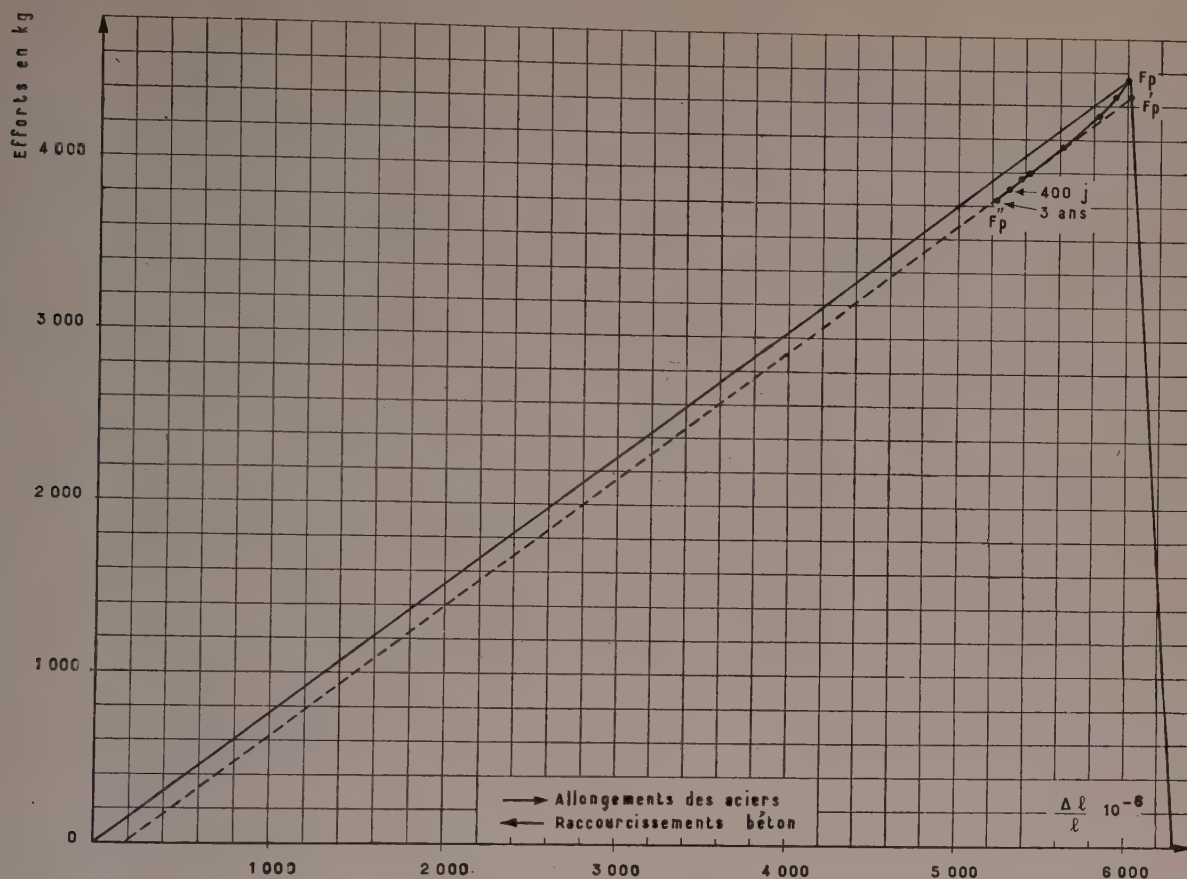


FIG. 6. — Béton à un mois chargé à 116 kg/cm^2 ($\approx \frac{28}{100}$ R 90) associé avec des aciers patentés.

Perte de précontrainte du béton à 400 j $\approx 14 \%$.

Perte due à l'acier $\approx 2,5 \%$.

Perte due au béton $\approx 12 \%$.

Perte de précontrainte du béton à trois ans $\approx 16 \%$.

Perte due à l'acier $\approx 2,5 \%$.

Perte due au béton $\approx 13,4 \%$.

Mais en réalité fluage des aciers et fluage du béton se produisent simultanément et si on suppose que la résultante de ces deux effets varie linéairement; le point F_p parcourt alors la droite $F_p F''_p$. Mais on est en droit de penser que la loi de variation de cette résultante est beaucoup plus complexe et que le point F_p doit parcourir une courbe située entre la droite $F_p - F''_p$ et la ligne brisée $F_p - F'_p - F''_p$. Cette courbe doit d'ailleurs au départ être assez près de la courbe de déchargement du béton du fait qu'au début de l'essai le fluage de l'acier est prépondérant, c'est ce qu'a confirmé l'expérience.

L'intérêt de cette courbe réside dans le fait que sa position renseigne immédiatement sur les influences respectives du fluage des aciers et du béton sur la chute de précontrainte. On peut d'ailleurs chiffrer approximativement ces influences en prolongeant la droite de déchargement de l'acier $O''F''_p$ jusqu'à son intersection avec la courbe de déchargement du béton $F_p O''$, ce qui nous donne le point F'_p .

A titre d'exemple, et en utilisant les résultats expérimentaux obtenus, nous avons tracé (diagrammes 5 et 6)

la courbe de variation de F_p pour un béton associé à des aciers tréfilés et chargés à 134 kg/cm^2 ($\approx \frac{28}{100}$ R 90j) au bout de trois mois d'âge et un béton associé à des aciers patentés et chargé à 116 kg/cm^2 ($\approx \frac{28}{100}$ R 90j) au bout de un mois d'âge. Ne connaissant pas exactement les courbes de chargement-déchargement du béton nous avons prolongé la droite $O''F''_p$ jusqu'à la courbe de chargement du béton supposée linéaire, ce qui revient à surestimer l'ordonnée de F'_p , mais l'erreur commise ne doit pas être grande et seuls nous intéressent les ordres de grandeur. Ces deux diagrammes montrent sans qu'il soit besoin d'insister, l'avantage des aciers patentés sur les aciers tréfilés. Ceci ne veut évidemment pas dire que systématiquement tous les aciers patentés sont meilleurs à ce point de vue que les aciers tréfilés, mais ceux que nous avons utilisés l'étaient.

En définitive comme les aciers actuels, s'ils sont judicieusement choisis, ont des relaxations propres faibles, on aura intérêt (à précontrainte initiale égale) pour limiter les chutes de précontrainte dues aux déformations différées du béton, à utiliser des fils fortement tendus plutôt que des fils moins tendus mais plus nombreux.

II. INFLUENCE D'UNE FORCE EXTÉRIEURE

Reprenons un diagramme rectangulaire où les courbes de déformation des aciers et du béton sont linéaires et supposons que toutes les chutes de précontrainte dues au fluage du béton et des aciers aient été effectuées.

Soit m l'inverse de la déformabilité des fils m' celle du béton et F_p la force de précontrainte finale. Sous cette force la déformation relative des aciers est $\frac{F_p}{m}$ celle du béton $\frac{F_p}{m'}$. Si l'on applique alors au béton une force extérieure de traction F , la déformation $\frac{\Delta l}{l}$ des aciers et du béton doit être la même et on peut écrire :

$$\frac{\Delta l m}{l} = F_1 - F_p \text{ avec } F_1 \text{ effort final dans le béton,}$$

$$\frac{\Delta l m'}{l} = F_p - F_{II} \text{ avec } F_{II} \text{ effort final dans le béton,}$$

$$\text{d'où : } \frac{\Delta l}{l} = \frac{F}{m + m'} \text{ car } F = F_1 - F_{II}$$

l'effort final dans les aciers est donc :

$$F_1 = F_p + \frac{m}{m + m'} F$$

et l'effort final dans le béton :

$$F_{II} = F_p - \frac{m'}{m + m'} F.$$

La perte de précontrainte dans le béton est donc finalement :

$$F_p - F_{II} = \frac{m'}{m + m'} F.$$

Elle sera d'autant plus faible que m sera plus grand donc les aciers plus nombreux et moins tendus. Il y aura donc intérêt à utiliser un grand nombre d'aciers peu tendus (diagrammes 7 et 8) (1).

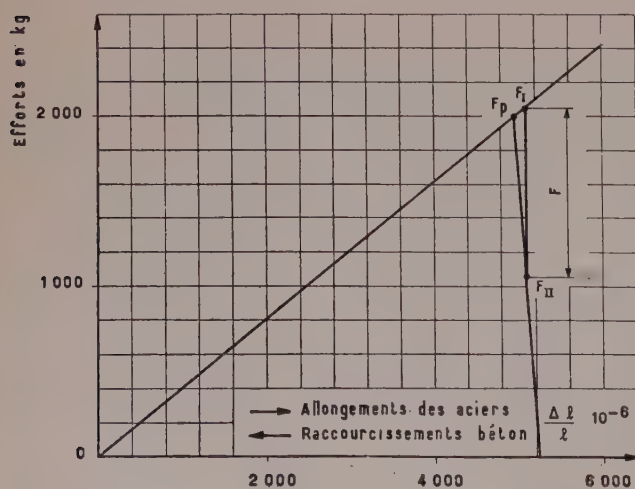


FIG. 7.

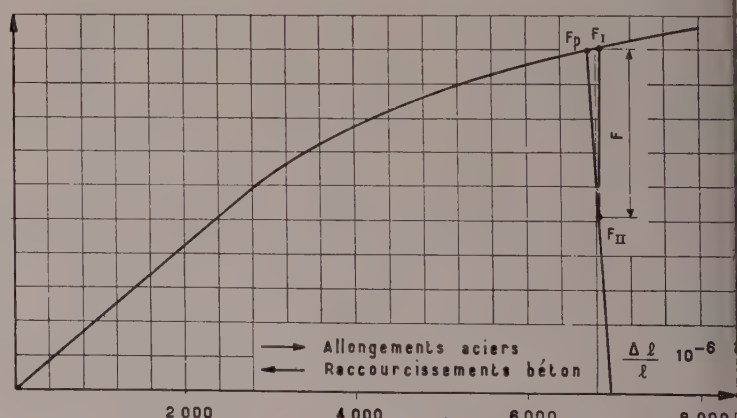


FIG. 9.

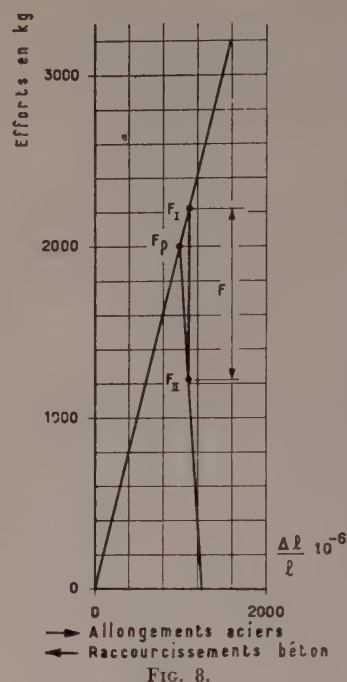


FIG. 8.

Si les aciers ont été tendus au-delà de leur limite de proportionnalité, le calcul précédent ne s'applique plus car m n'est plus constant, on peut cependant encore tracer le diagramme 9 correspondant et on observe évidemment une chute de précontrainte du béton un peu plus grande.

Ces trois derniers diagrammes nous montrent cependant que l'influence de la tension des aciers sur la chute de précontrainte du béton due à un effort extérieur reste faible même quand ces aciers ont dépassé leur limite de proportionnalité, ceci en raison du fait que m est relativement grand.

(1) Nous avons utilisé pour ces deux diagrammes les mêmes poutres que celles indiquées au paragraphe 1.

III. DÉTERMINATION DE LA CONTRAINTE INITIALE DES ACIERS

La question se pose maintenant de savoir jusqu'à quelle valeur doit-on tendre initialement les aciers? Nous supposons évidemment que ces aciers sont suffisamment homogènes, pour qu'il n'y ait pas à la mise en tension de ruptures prématurées. A ce sujet le projet de cahier des charges de la Chambre Syndicale des Constructeurs en Ciment Armé relatif à la dispersion, semble particulièrement intéressant. Il prévoit en effet de retenir pour l'allongement de rupture et la charge de rupture la moyenne arithmétique de douze essais diminuée de trois écarts moyens arithmétiques, la valeur obtenue donnant ainsi les caractéristiques moyennes d'un lot. De plus, la moyenne des six charges de rupture les plus faibles ne devant pas s'écarter de plus de 3 % de la charge de rupture moyenne, conduit à rejeter les lots hétérogènes, source des plus grandes difficultés au cours de la mise en précontrainte. Ceci étant posé nous pensons qu'il est imprudent de tendre les aciers à des valeurs trop voisines de la contrainte de rupture pour les raisons suivantes :

A. Pour tenir compte du fluage des aciers et du béton on est obligé de tendre initialement ces aciers entre 15 et 20 kg/mm² [2], au-dessus de la contrainte finale désirée. Cette tension initiale peut alors provoquer des ruptures à la mise en tension du fait :

1° Que tous les aciers ne prennent pas la même fraction de l'effort total.

2° Que des frottements inévitables peuvent provoquer localement des surtensions que le contrôle des allongements ne peut déceler.

B. Le fluage des aciers est d'autant plus important que leur tension initiale est plus grande. Cependant, si on admet que les courbes de relaxation tension-temps ne se coupent jamais, il y aurait toujours un gain à tendre davantage les aciers, mais ceci ne nous paraît pas encore suffisamment démontré.

C. Des aciers tendus trop près de leur contrainte de rupture peuvent avoir une réserve de capacités de déformation trop faible ce qui peut amener une rupture brutale sans avertissement [2].

En tout état de cause, il semble donc que la prudence doive recommander une tension raisonnable vis-à-vis de la tension de rupture. Cette tension doit surtout être choisie en fonction du diagramme de traction.

Si les aciers sont du type A (fig. 10), la tension initiale devrait être prise entre *a* et *b*, *b* restant suffisamment éloigné de la rupture. S'ils sont du type B, le point *a* ne présentera aucun inconvénient puisqu'en fait la tension finale sera toujours inférieure à la tension initiale même après application d'une force extérieure.

Si les aciers sont du type C le choix du point *a* trop voisin de la tension de rupture est à déconseiller, on choisira donc un point inférieur à *a*. De ces trois diagrammes le diagramme correspondant à l'acier B nous paraît le meilleur car il possède une limite d'élasticité à palier d'écoulement, donc grande capacité de déformations avant la rupture, et que de plus sa limite de proportionnalité est pratiquement confondue avec la limite d'élasticité. Cette forme de diagramme était d'ailleurs celle des aciers patentés que nous avons utilisés et qui ont donné des relaxations propres insignifiantes.

La contrainte initiale des aciers choisie d'après leur diagramme de traction peut n'être qu'une fraction relativement faible de la contrainte de rupture. Ceci n'implique d'ailleurs pas que la précontrainte finale du béton

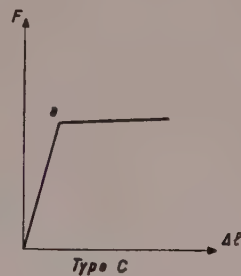
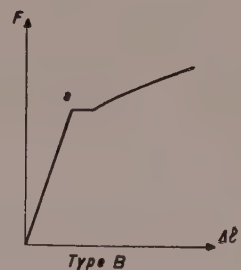
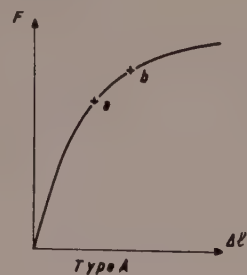


FIG. 10.

doive en être obligatoirement diminuée. On peut en effet obtenir une même précontrainte finale en utilisant, soit des aciers fortement tendus, soit des aciers qui le sont moins mais plus nombreux.

Soient F_i l'effort de précontrainte initiale, F_f l'effort de précontrainte finale, m (supposé constant) l'inverse de la déformabilité des fils et d les déformations (relatives) différées du béton.

On doit avoir :

$$F_i = md + F_f \text{ ou } F_f = F_i - md = \text{Constante.}$$

Soit par exemple une poutre en béton comprimée par dix fils d'acier (de section 20 mm² chacun) tendus initialement à 110 kg/mm², ce qui donne :

$$F_i = 110 \times 200 = 22\,000 \text{ kg}$$

$$\text{avec } m = \frac{F}{\Delta l} = SE = 200 \times 20\,000 \\ \frac{1}{l} = 4 \times 10^6 \text{ kg}$$

Si,
 $d = 500 \times 10^{-6}$ on a $md = 500 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^6 = 2\,000$ kg
 d'où $F_f = 20\,000$ kg.

Si on prend onze fils au lieu de dix, on aura :

$m = 220 \times 20\,000 = 4,4 \times 10^6$ kg,
 et $md = 500 \times 10^{-6} \times 4,4 \times 10^6 = 2\,200$ kg ⁽¹⁾
 et pour conserver la même valeur à F_f il faudra :

$$F_i = md + F_f = 2\,200 + 20\,000 = 22\,200 \text{ kg}^{(1)}$$

On voit d'après cet exemple que l'effort de précontrainte initiale passe dans le béton de 22 000 kg à 22 200 kg, mais par contre la tension finale des fils passe de 100 à

90,9 kg/mm², la précontrainte finale du béton restant la même. Dans ces conditions, le coefficient de sécurité des fils est augmenté, celui du béton inchangé, il s'ensuit que le coefficient de sécurité de tout l'ensemble est augmenté. En conclusion, toutes considérations économiques mises à part, on peut parfaitement obtenir une précontrainte finale du béton élevée en partant de fils tendus d'une façon non excessive.

RÉFÉRENCES

- [1] Études des résultats d'essais d'assemblages effectués au C. E. B. T. P. (*Ann. I. T. B. T. P.*, septembre 1954), par CHAGNEAU et FOURGEAUD.
- [2] *Béton précontraint*, par Y. GUYON, Édition Eyrolles.

⁽¹⁾ On suppose évidemment négligeable le fluage supplémentaire apporté par le passage de F_i de 22 000 kg à 22 200 kg.

(Reproduction interdite.)

ESSAI DE POINÇONNEMENT SUR UN GROUPE DE PETITS PIEUX (PICOTS)

par **M. R. L'HERMINIER,**

Chef du Service " Sol et fondations " au Centre Expérimental de Recherches et d'Études
du Bâtiment et des Travaux Publics

SOMMAIRE

	Pages.
I. — Introduction	1360
II. — Essais de laboratoire.....	1361
III. — Dispositif expérimental de poinçonnement in situ.....	1362
IV. — Essai de rupture sur sol vierge.....	1362
V. — Essai de rupture sur picots.....	1365
VI. — Détermination du taux de travail.....	1367
VII. — Conclusion.....	1368

EXPOSÉ DE M. R. L'HERMINIER

I. — INTRODUCTION

Dans certaines régions de France, les sols ont un faible pouvoir portant (de l'ordre de $0,500 \text{ kg/cm}^2$, par exemple). S'il s'agit d'y fonder des bâtiments, deux solutions classiques s'offrent au constructeur : soit une fondation sur pieux, soit un radier général. Ces solutions sont le plus souvent onéreuses, pour les ouvrages de faible ou moyenne importance.

Aussi certains organismes préconisent-ils, dans de telles conditions l'emploi de petits pieux en béton, de section $15 \times 15 \text{ cm}^2$, et de $2,00$ à $3,00 \text{ m}$ de longueur. Ces petits pieux, appelés picots, doivent tout naturellement améliorer le pouvoir portant d'un sol médiocre. Notre Centre Expérimental de Recherches et d'Études du Bâtiment et des Travaux Publics (C.E.R.E.B.T.P.) a été chargé d'étudier dans un cas précis l'amélioration obtenue.

L'essai a été effectué à Nice, au Parc Gorbella, en collaboration avec le Bureau Securitas, et les Entreprises Nicoletti et Frôté.

* *

Les picots, dans le cas particulier de Nice, sont moulés dans le sol. Voici le mode opératoire : on enfonce dans le terrain par battage, un mandrin en acier (fig. 1); on extrait ensuite ce mandrin et on coule dans la cavité un gros béton par couches successives, chaque couche étant compactée à l'aide du mandrin lui-même.

Le volume du mandrin, dont la section fait $35 \times 70 \text{ cm}^2$ en tête, et $12 \times 25 \text{ cm}^2$ en pointe, est de $0,273 \text{ m}^3$. Mais après compactage du béton, il se produit une expansion de la cavité qui de ce fait, peut atteindre $0,375 \text{ m}^3$. Il en résulte un serrage important du sol et la mobilisation de la butée le long des parois du pieu moulé. D'autre

part, la section du picot est environ huit fois plus petite en pointe qu'en tête. En raison des caractéristiques mécaniques moyennes sinon médiocres du terrain choisi, l'effort en pointe est faible par rapport au frottement latéral qui fournit, en définitive, le pouvoir portant du modèle de pieu choisi.

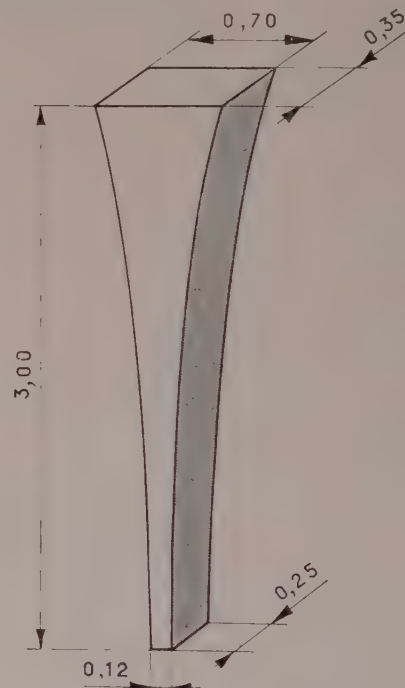


FIG. 1. — Schéma du mandrin, volume : $0,273 \text{ m}^3$.

RÉSUMÉ

A la demande, et avec la collaboration du Bureau Securitas, le Centre Expérimental de Recherches et d'Études du Bâtiment et des Travaux Publics (C. E. B. T. P.) a examiné, dans un cas particulier, l'amélioration de portance qui pouvait résulter de l'emploi de pieux-picots dans un sol médiocre.

Tel est l'objet de cette étude.

SUMMARY

By the request and with the assistance of the Securitas Organisation, the Centre Expérimental de Recherches et d'Études du Bâtiment et des Travaux Publics (C. E. B. T. P.) has examined, in a given case, the increase in the bearing capacity which may result from the use of wedged piles in poor soils.

This paper details the tests and the results.

Le programme primitif des essais comportait (fig. 2) :

1° Un essai de rupture du sol vierge sous dalle de $2,10 \text{ m} \times 0,90 \text{ m}$;

2° Un essai de rupture sous la même dalle, mais le sol d'appui étant consolidé au préalable, à l'aide de trois picots arasés au niveau de la surface libre;

3° Un essai de longue durée sur dalle reposant sur trois picots, comme à l'essai n° 2, la dalle étant chargée non plus jusqu'au poinçonnement du sol, mais au taux normal d'utilisation, défini à l'aide de l'essai précédent.

En fait, l'essai n° 3 n'a pas été exécuté à la suite de diverses circonstances locales.

Nous donnerons tout d'abord, dans les pages qui suivent, un aperçu des essais de laboratoire effectués sur des échantillons intacts, prélevés dans le sol de la zone choisie (points A, B et C, fig. 2). Puis nous rendrons compte successivement des essais exécutés en place, en premier lieu, sur terrain vierge puis sur picots. Enfin, nous présenterons nos conclusions.

II. — ESSAIS DE LABORATOIRE

L'emplacement choisi est situé aux abords d'un ruisseau canalisé en légère surélévation par rapport au niveau du terrain. Aussi la nappe est-elle à quelques centimètres de la surface libre.

Les échantillons ont été prélevés jusqu'à 3,80 m de profondeur.

La coupe du terrain est la suivante :

1° De la surface du sol à 1,10 m, on rencontre un sable gris silteux, légèrement argileux, avec inclusions de graviers roulés et de galets;

2° De 1,10 m à 3 m, il s'agit d'un silt gris plus ou moins argileux, peu compact, sans inclusion de gros éléments;

3° De 3 m à 3,80 m, silt sableux, fin plus compact.

Nous avons reporté dans le tableau ci-après (p. 1362), les principales caractéristiques du sol.

Les lettres ont les significations suivantes :

α : teneur en eau naturelle, en % du poids sec du matériau,

d_s : densité sèche du sol en place, en tonnes par mètre cube,

δ : masse spécifique des grains,

L. L. : limite de liquidité,

L. P. : limite de plasticité,

I. P. : indice de plasticité,

φ et C : angle de frottement interne en degrés et cohésion en g/cm^2 .

Les essais de cisaillement ont été effectués sur échantillons intacts. Il s'agit de cisaillements rectilignes rapides, à vitesse de déplacement constante, et sans consolidation préalable.

Malgré le caractère un peu sableux des échantillons, la perte d'eau au cours du cisaillement a été d'assez faible importance.

Le tableau fournit également en % du poids total un résumé des courbes granulométriques :

A : argile (éléments dont le diamètre d est inférieur à 5 microns),

S_i : silt ($0,005 \text{ mm} \leq d \leq 0,050 \text{ mm}$),

S_a : sable fin et moyen ($0,050 \text{ mm} \leq d \leq 0,5 \text{ mm}$),

G : gros sable et gravier ($d > 0,5 \text{ mm}$).

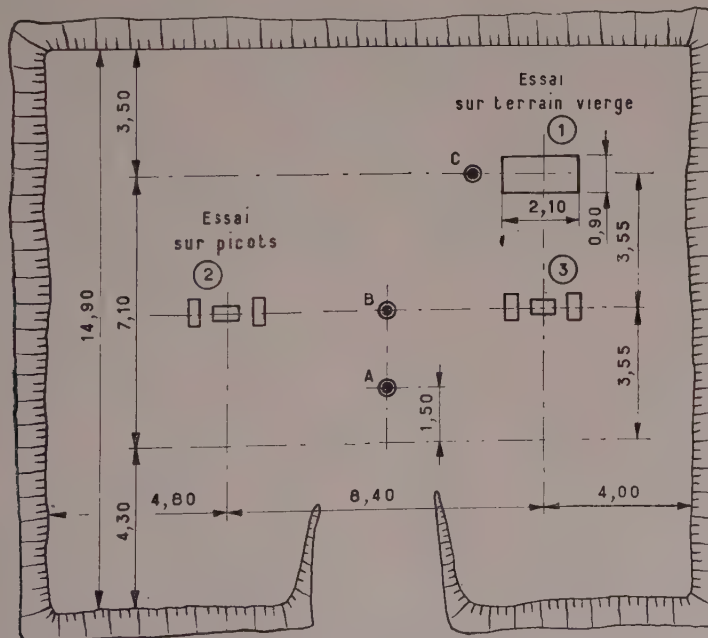


FIG. 2. — Essais. Avenue Gorbella à Nice. Plan de situation.

Tableau des principales caractéristiques du sol.

PROFONDEUR	NATURE DU SOL	GRANULOMÉTRIE				α %	d_s	L. L.	L. P.	I. P.	CISAILLEMENT rapide		δ : MASSE spécifique
		A %	S_t %	S_o %	G %						φ_0	C g/cm ²	
0 à 1,10 m	Sable gris silteux légèrement argileux, avec nombreuses inclusions de graviers roulés, peu compact.	4	18	38	40	27	1,53	19	16	3	24	50	
1,10 à 2,00 m	Silt sableux gris, peu argileux, peu compact.	13	44	41	2	26	1,57	25	21	4	23	300	2,72
2,00 à 3,00 m	Silt argileux légèrement sableux, peu compact.	18	60	20	2	28	1,56	33	21	12	0	400	2,77
3,00 à 3,80 m	Silt sableux peu argileux, assez compact.	8	65	26	1	19	1,68	29	20	9	26	250	2,77

C'est principalement la couche supérieure, comportant des inclusions graveleuses qui fournit le pouvoir portant à la rupture du sol vierge pour une fondation superficielle de 0,90 m \times 2,10 m.

Ce pouvoir portant serait, d'après les formules et notations de MM. Caquot et Kerisel :

$$R = \pi L S_1 + \frac{C}{\operatorname{tg} \varphi} (S_2 - 1)$$

π : étant la densité apparente du sol immergé,

L : le rapport de la section de la fondation à son périmètre, soit 0,31 m,

C : la cohésion, soit 0,5 t/m²,

φ : l'angle de frottement interne apparent, soit 24°.

S_1 : fonction de φ égale à 9,8 pour $\varphi = 24^\circ$,

S_2 : autre fonction de φ égale à 9,6 pour $\varphi = 24^\circ$.

On obtient en définitive :

$$R = 12 \text{ t/m}^2, \text{ soit } 1,2 \text{ kg/cm}^2$$

Il est bien évident que cette valeur est très approximative. En effet, le sol superficiel, en raison de son caractère graveleux, se prête mal à l'essai de cisaillement : le remplissage des boîtes est effectué en choisissant les parties de sol dépourvues de gros éléments, et par suite, assez peu représentatives de l'ensemble de la couche.

III. — DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL DE POINÇONNEMENT IN SITU

Une caisse en bois (fig. 3) de 3,60 m \times 4,70 m = 16,9 m² de section est remplie progressivement de sable déversé. Cette caisse repose sur six IPN de 300 mm,

et ces six IPN sont appuyés sur deux autres de 400 mm scellés dans le béton de la semelle.

La semelle de fondation a pour section :

$$0,90 \text{ m} \times 2,10 \text{ m} = 1,89 \text{ m}^2.$$

Le poids mort de l'ensemble représente une charge uniforme de 420 g/cm² à l'interface sol-semelle de fondation. La différence de charge d'un palier au suivant, rapportée à l'unité de surface de la semelle est de 250 g/cm² soit un poids total de 4 725 kg. Le chargement s'effectue à l'aide d'une sauterelle. La densité déversée du sable est mesurée au préalable (1,3 g/cm³), et l'épaisseur de sable correspondant à chaque chargement est de 21,5 cm.

En fin d'essai, et avant déchargement, la hauteur totale dans la caisse et la densité en place sont mesurées à titre de vérification.

Quatre fleximètres, dont deux enregistreurs, fixés sur des règles dont les points d'appui sont en dehors de la zone d'action des charges, permettent de suivre, en fonction du temps, le tassement de la semelle (fig. 4). Ces tassements sont également déterminés à l'aide d'un niveau à lunette et de deux repères, l'un fixe en dehors du dispositif, et l'autre relié invariablement à la caisse de chargement.

IV. — ESSAI DE RUPTURE SUR SOL VIERGE

Six chargements successifs ont été effectués.

Nous donnons dans le tableau suivant, le numéro et la date de chaque chargement, la charge unitaire correspondante et le tassement final observé lorsque les traits des fleximètres enregistreurs se superposaient : c'est-à-dire lorsque le tassement semblait arrêté.



FIG. 3.

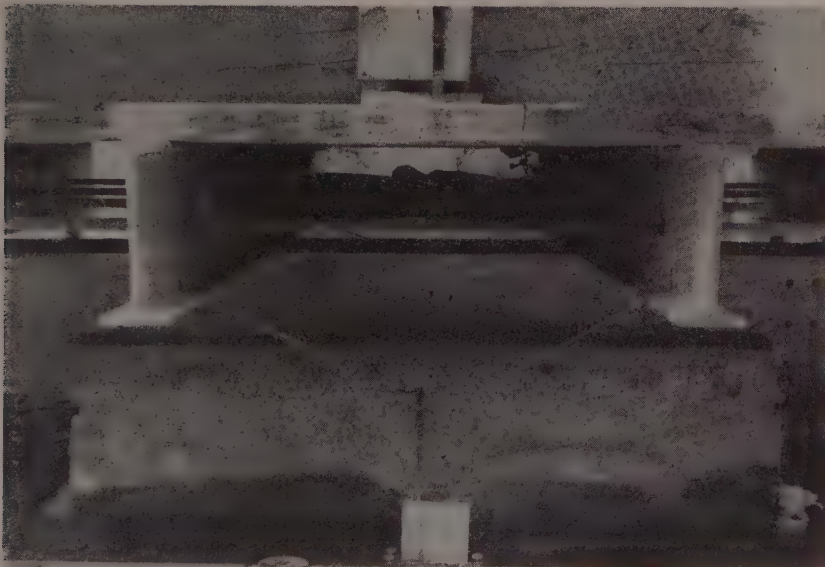


FIG. 4.

N° DU chargement	CHARGE g/cm ²	TASSEMENT final mm	DATE DU DÉBUT ET DE LA FIN de chaque chargement
(1)	670	0,5	du 22/8 au 23/8
(2)	920	7,2	du 24/8 au 26/8
(3)	1 170	23,6	du 26/8 au 30/8
(4)	1 420	53,6	du 31/8 au 5/9
(5)	1 670	83,2	du 5/9 au 8,9
(6)	1 920	129,7	du 12/9 au 19/9

Il n'a pas été possible de pousser plus loin la précision des mesures. La caisse de chargement, en effet, subissait de légères oscillations dans un sens ou dans l'autre,

pendant les chargements successifs et la différence des mesures de tassement entre fleximètres était de l'ordre du millimètre.

Nous avons reporté sur la figure 5, en coordonnées semi-logarithmiques, les tassements en fonction du temps pour chacun des six chargements.

On constate que pour les charges numérotées de 1 à 5 inclus, les tassements sont sensiblement proportionnels au logarithme du temps. Pour le sixième chargement, la courbe représentative n'est rectiligne qu'à partir d'une vingtaine d'heures.

La figure 6 fournit les tassements en fonction des charges, chacune d'entre elles étant supposée maintenue

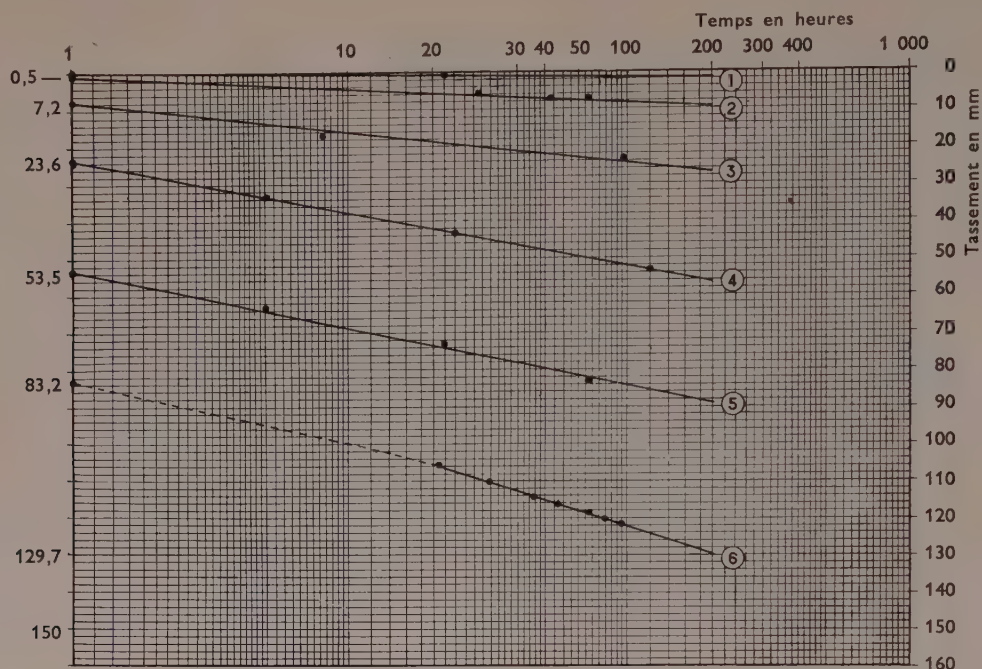


FIG. 5. — Premier essai : sol vierge. Tassement en fonction du temps.

soit douze heures, soit six jours. Il est évident que ces courbes ne sont pas tout à fait celles que l'on obtiendrait si chaque palier de charge était maintenu effectivement soit douze heures, soit six jours. Mais elles doivent différer assez peu des courbes exactes et donnent une idée de leur évolution en fonction du temps. La courbe correspondant aux temps de charge réels de l'essai se situe

entre les deux courbes tracées et assez près de la courbe $t_1 \approx 6$ jours.

On constate, en considérant les figures 5 et 6, qu'il n'y a pas de charge de rupture nettement définie. En particulier, la figure 6 ne fait apparaître aucune asymptote verticale donnant la charge du poinçonnement.

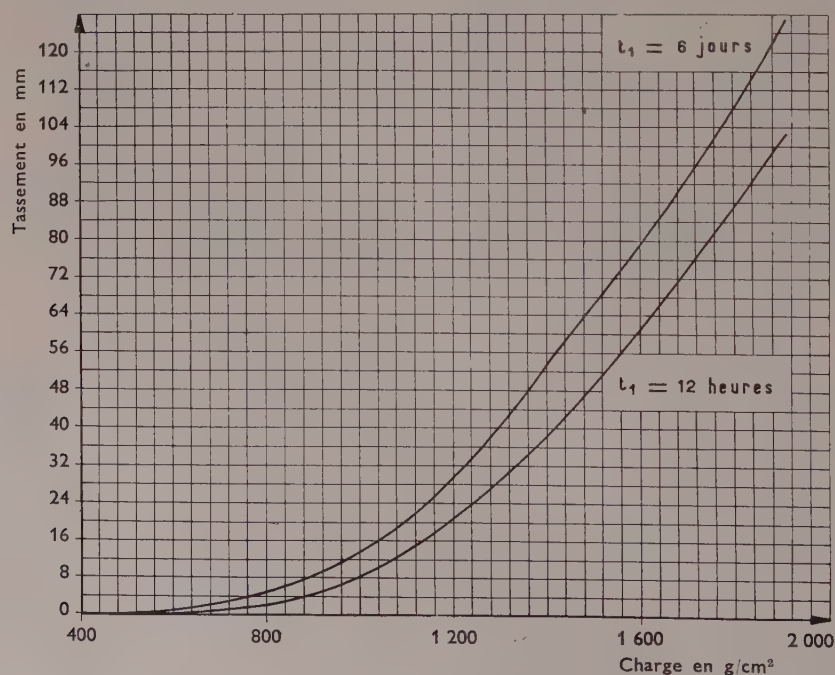


FIG. 6. Premier essai : sol vierge. Courbes effort-déformation après application de chaque charge pendant le temps t_1 .

Il y a lieu de noter, en outre, que le tassement à la fin du premier chargement est extrêmement faible et que la limite élastique du sol naturel semble bien voisine de 600 à 700 g/cm².

Pour définir une charge de rupture, au moins conventionnelle, nous avons utilisé la méthode mise au point par Van der Veen.

Nous avons porté en abscisse $-\text{Log} \left(1 - \frac{p}{P}\right)$, p étant la charge appliquée pendant le temps t_1 égal, soit à douze heures soit à six jours, et P une charge arbitraire. Les valeurs indiquées sur le croquis (fig. 7) représentent $\frac{p}{P}$ en %. Les tassements correspondants à p et indépendants de P sont donnés en ordonnée.

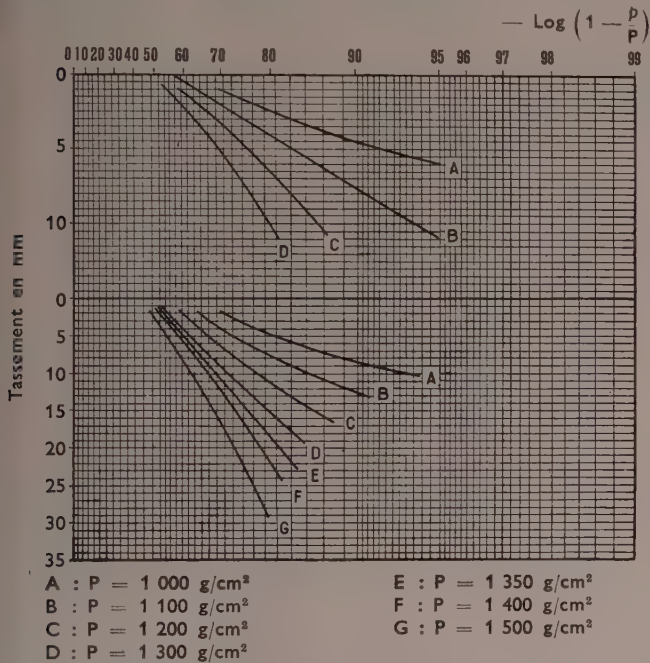


FIG. 7. — Premier essai : sol vierge. Détermination de la charge de rupture. Méthode de Van der Veen.

En haut : Durée d'application des charges $t_1 = 12$ heures.
 En bas : Durée d'application des charges $t_1 = 6$ jours.

A chaque valeur de P correspond une courbe particulière. On constate qu'il existe une valeur P_0 de P pour laquelle la courbe représentative est une droite.

S'il en est ainsi, on a, $-\text{Log} \left(1 - \frac{p}{P_0}\right)$ étant le point d'intersection de cette droite avec l'axe des abscisses, a sa pente, et Z le tassement correspondant à la pression p :

$$Z = a \text{Log} \frac{1 - \frac{P_0}{P}}{1 - \frac{p}{P_0}} \quad (1)$$

Lorsque p tend vers P_0 , Z devient infini. C'est la raison pour laquelle il est logique de prendre P_0 pour charge de poinçonnement.

Pour une durée d'application des charges de douze heures, P_0 serait égal à 1 100 g/cm²; et pour six jours, P_0 atteindrait 1 350 g/cm² environ. Ces chiffres montrent bien que P_0 n'a pas une valeur bien déterminée, et que

la durée d'application des charges joue un rôle non négligeable.

Par ailleurs, pour $p = 1\,100 \text{ g/cm}^2$ et $t_1 = 12 \text{ h}$ le tassement Z n'est pas infini, mais égal à 14 mm environ (fig. 6). Cela est dû au fait que la courbe relative à $P_0 = 1\,100 \text{ g/cm}^2$ (fig. 7), rectiligne jusqu'à $\frac{p}{P_0} = 92\%$ environ, s'infléchit ensuite et a une asymptote horizontale correspondant à $Z = 14 \text{ mm}$.

On arriverait à des conclusions analogues pour $t_1 = 6$ jours. L'asymptote horizontale relative à la courbe ($P_0 = 1\,350 \text{ g/cm}^2$) aurait pour ordonnée $Z = 47 \text{ mm}$. La partie rectiligne ne dépasserait pas la valeur $\frac{p}{P_0} = 88\%$.

Quoi qu'il en soit, on voit que la fonction représentée par l'équation (1), qui admet comme limite de p , la valeur P_0 représente la courbe effort-déformation jusqu'à $\frac{p}{P_0} = 90\%$ environ. Il est donc tout indiqué d'admettre pour charge de rupture $P_0 = 1\,200 \text{ g/cm}^2$ environ; chiffre trouvé par ailleurs par application des formules usuelles, et moyenne des valeurs trouvées par la méthode de Van der Veen.

V. — ESSAI DE RUPTURE SUR PICOTS

Nous résumons dans le tableau suivant, comme pour l'essai sur sol vierge, le numéro et la date de chaque chargement, la charge unitaire correspondante et le tassement final observé.

N° DU chargement	CHARGE en g/cm ²	TASSEMENT final mm	DATE DE DÉBUT ET DE FIN de chaque chargement	TASSEMENT correspondant sur sol vierge mm
(1)	670	3,1	du 5 au 7 octobre.	0,5
(2)	920	8,7	du 7 au 11 octobre.	7,2
(3)	1 170	12,7	du 11 au 17 octobre.	23,6
(4)	1 420	17,2	du 17 au 24 octobre.	53,6
(5)	1 670	25,1	du 24 octobre au 2 novembre.	83,2
(6)	1 920	31,3	du 2 au 10 novembre.	129,7
(7)	2 170	40,2	du 10 au 17 novembre.	
(8)	2 420	50,3	du 17 au 22 novembre.	
(9)	2 670	68,8	du 22 novembre au 3 décembre.	
(10)	2 920	88,1	du 3 au 19 décembre.	
(11)	3 170	107,6	du 19 décembre au 3 janvier.	
(12)	3 420	137,4	du 4 au 24 janvier.	
(13)	3 670	172,4	du 25 janvier au 17 février.	

La figure 8 donne, en coordonnées semi-logarithmiques, les tassements en fonction du temps pour chacun des treize chargements, dont les six premiers sont les mêmes que les six chargements exécutés sur sol vierge.

Les tassements des six premiers chargements de ce deuxième essai sont rigoureusement proportionnels au logarithme du temps.

A partir du septième chargement, les courbes représentatives s'infléchissent de plus en plus et il semble difficile de leur donner une représentation géométrique simple.

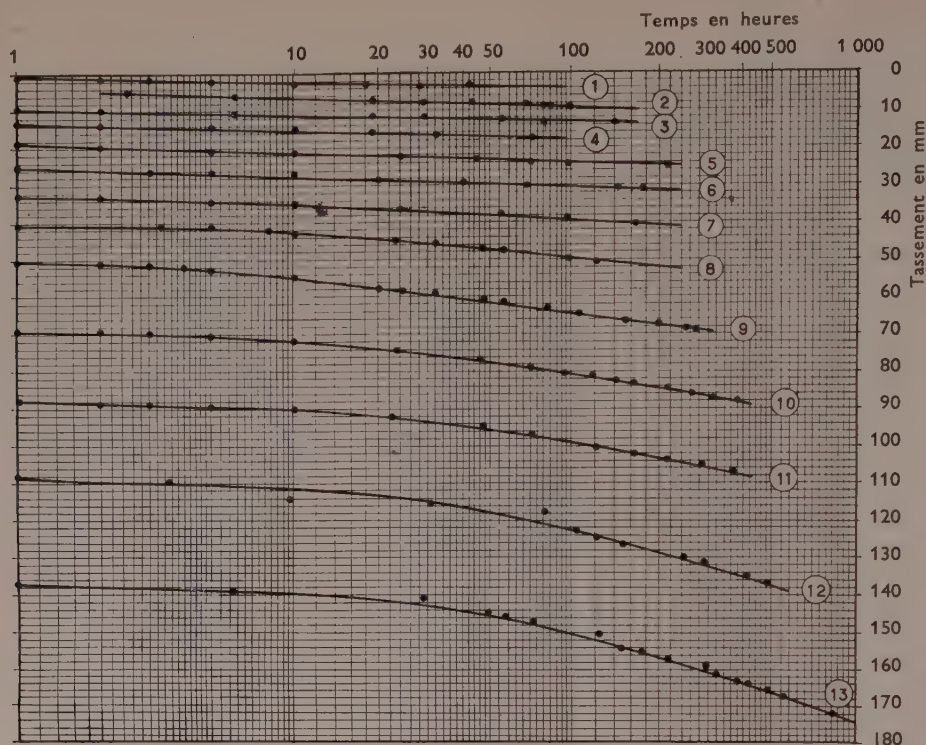


FIG. 8. — Deuxième essai sur petits pieux (picots). Tassement en fonction du temps.

La figure 9 fournit les courbes de tassement en fonction des charges pour les temps $t_1 = 12$ heures et $t_1 = 6$ jours. Nous avons reporté sur le même graphique, les résultats

antérieurement obtenus sur sol vierge, et on peut constater qu'au dessous de 900 à 1 000 g/cm², les tassements sur sol vierge sont inférieurs aux tassements obtenus

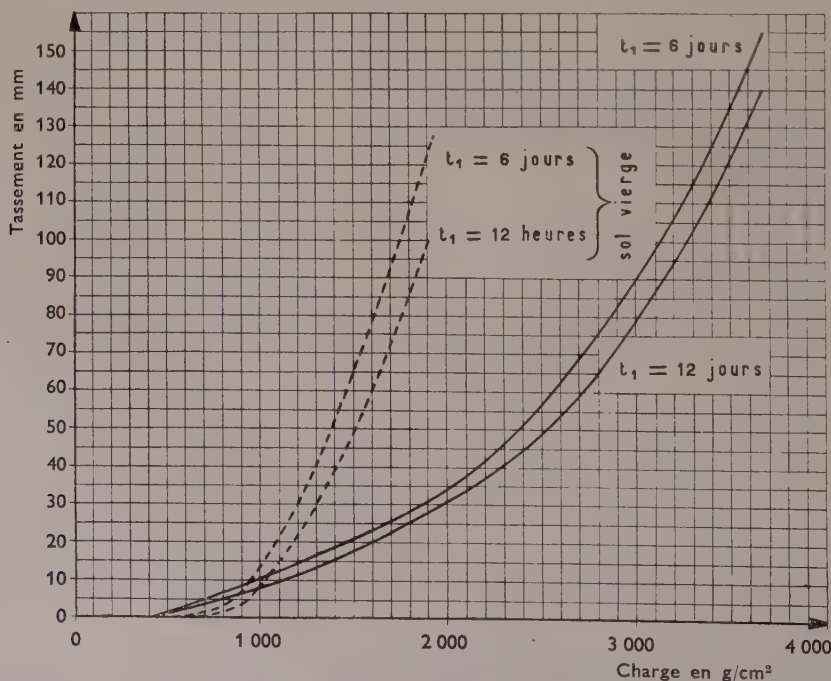


FIG. 9. — Deuxième essai sur petits pieux (picots). Courbes effort-déformation après application de chaque charge pendant le temps t_1 .

sur picots. Comme nous l'avons dit, le pieu picot travaille essentiellement par frottement latéral, il semble qu'un minimum de déplacement, donc de tassement, soit nécessaire pour mobiliser ce frottement.

On constate également, en considérant les courbes 8 et 9, qu'il n'y a pas de charge de rupture nettement définie.

Si l'on utilise, comme précédemment, la méthode de Van der Veen pour définir une charge de rupture conventionnelle (fig. 10), on constate que cette charge de rupture peut être prise égale à 3 500 g/cm² pour les deux durées de chargement considérées, et que les tassements limites sont respectivement de 121 mm et 137 mm. Les courbes efforts-déformations, en coordonnées semi-logarithmiques sont rectilignes pour 80 % environ de la charge limite et s'infléchissent ensuite pour tendre asymptotiquement vers les droites horizontales correspondant aux tassements de 121 mm ($t_1 = 12$ heures) et 137 mm ($t_1 = 6$ jours).

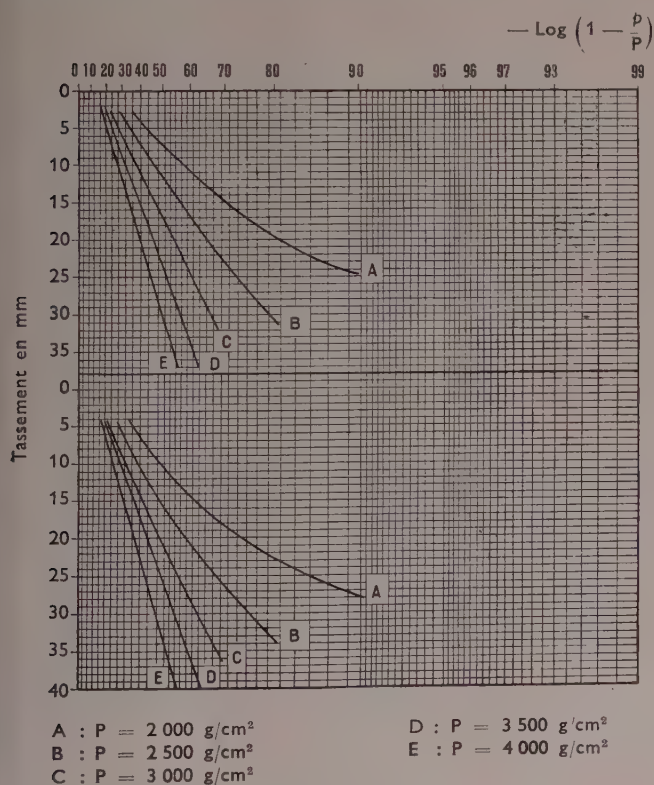


FIG. 10. — Deuxième essai sur petits pieux (picots).
Détermination de la charge de rupture. Méthode de Van der Veen.

En haut : Durée d'application des charges $t_1 = 12$ heures.

En bas : Durée d'application des charges : $t_1 = 6$ jours.

Le résultat essentiel des considérations qui précèdent est le suivant :

Si l'on applique la méthode conventionnelle définie par Van der Veen, la charge de rupture est trois fois plus forte sur picots que sur terrain vierge.

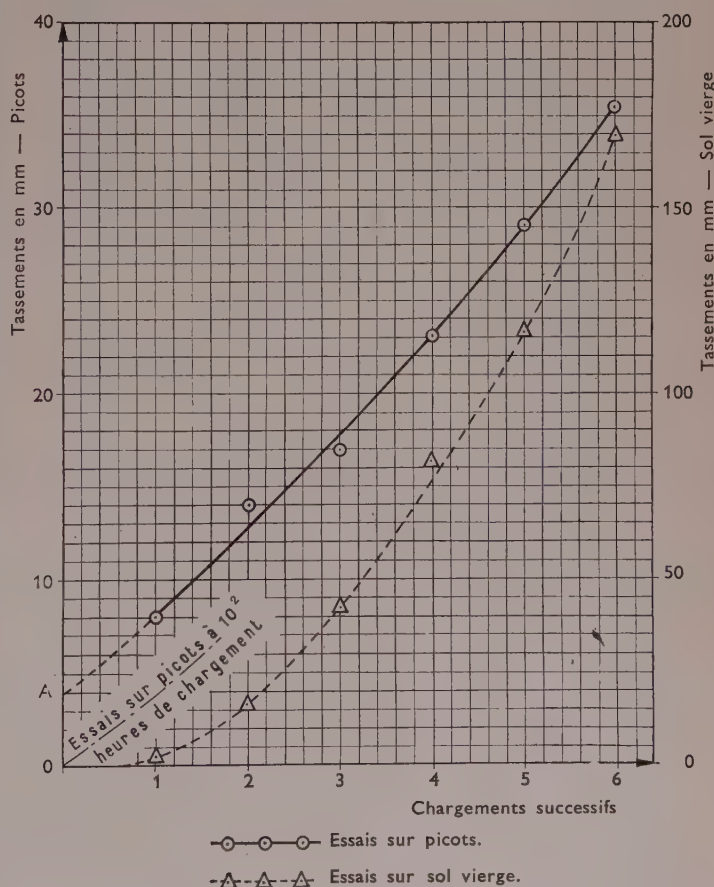
VI. — DÉTERMINATION DU TAUX DE TRAVAIL

La méthode la plus simple consiste à affecter le taux de rupture précédemment défini d'un certain coefficient de sécurité n .

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant.

Essai	$n = 2$		$n = 3$	
	Taux de travail	Tassements à $t_2 = 10\ 000$ h	Taux de travail	Tassements à $t_2 = 10\ 000$ h (environ 14 mois)
Sol vierge	600 g/cm ²	de l'ordre de 1 mm	400 g/cm ²	insignifiant
Sur picots	1 750 g/cm ²	30 mm	1 170 g/cm ²	17 mm

Nous avons déterminé les tassements à quatorze mois (fig. 11) (10 000 heures), en extrapolant les courbes donnant les tassement en fonction du logarithme du



OA : Tassement sous la charge origine de 420 g/cm² entre 100 et 1 000 heures.

FIG. 11. — Tassements à 10⁴ heures de chargement.

temps. Nous sommes restés dans les zones de chargement où il s'agit en réalité non pas de courbes, mais de droites. Comme les tassements sont connus au-delà de cent heures (deux modules), l'extrapolation porte sur moins de deux modules, ce qui semble acceptable puisque les droites représentatives sont parfaitement définies.

Le tableau qui précède, montre des différences importantes de tassements pour un coefficient de sécurité donné lorsque l'on passe du sol vierge à l'essai sur picots.

Si l'on voulait réaliser l'égalité de tassements sur les deux essais :

à 1 750 g/cm² sur picots correspondraient 1 250 g/cm² environ, sur sol vierge;

et à 1 170 g/cm² sur picots, sensiblement 1 100 g/cm² sur sol vierge.

L'amélioration apportée serait insignifiante.

A notre avis, lorsqu'il s'agit d'étudier les fondations d'un bâtiment, les tassements globaux ne sont pas sans importance évidemment, mais les tassements différentiels qu'il y a lieu de craindre jouent un rôle déterminant. Ces tassements différentiels ont deux causes principales :

— D'une part, l'hétérogénéité du sol dont les effets peuvent d'ailleurs être accentués par une distribution irrégulière des charges;

— D'autre part, les erreurs qui peuvent être commises sur l'évaluation de la répartition des charges entre les divers appuis.

Nous n'avons pas à examiner ici la première cause. Par contre, il est intéressant d'étudier la seconde.

Il est certain que le plan des descentes de charges est toujours établi avec une grande approximation, et il ne peut en être autrement. Aussi serait-il bon, à notre avis, que le taux de travail du sol soit au maximum celui que l'on obtient en se fixant à l'avance, un certain tassement différentiel pour une certaine erreur d'appréciation des charges transmises au sol par chacun des appuis.

Prenons un exemple. Supposons que l'on accepte au maximum un tassement différentiel de 5 mm après 10 000 heures de chargement, pour une erreur de charge de 250 g/cm².

Le tableau ci-après donne pour les six premiers taux de charge, dont l'un quelconque diffère de 250 g/cm² du suivant, le tassement différentiel correspondant au bout de 10 000 heures de chargement.

On constate que pour l'essai sur terrain vierge, et dès le premier chargement — soit 670 g/cm² — le tassement différentiel atteint 13 mm. Pour qu'il ne dépasse

pas 5 mm, il ne faudrait pas charger au-delà de 400 à 450 g/cm².

Par contre, le chargement sur picots pourrait atteindre environ 1 200 g/cm². C'est d'ailleurs à peu près le taux de charge adopté sur un chantier contigu. Les hypothèses que nous avons admises sur le tassement différentiel maximum reviennent à adopter un coefficient de sécurité de 3 sur les valeurs de la charge de rupture, définies par la méthode de Van der Veen.

Essai	mm ΔZ à 10 ⁴ h	mm ΔZ à 10 ⁴ h	mm ΔZ à 10 ⁴ h	mm ΔZ à 10 ⁴ h	mm ΔZ à 10 ⁴ h
Sur sol vierge	13	26	35	40	55
Sur picots	5	5	5	6	6,5
N° des chargements :	(1)	(2)	(3)	(4)	(5) (6)

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
$p = 670$ g/cm ²	$p = 920$ g/cm ²	$p = 1\ 170$ g/cm ²	$p = 1\ 420$ g/cm ²	$p = 1\ 670$ g/cm ²	$p = 1\ 920$ g/cm ²

VII. — CONCLUSION

On doit admettre que dans le cas particulier étudié, l'emploi de picots a très sensiblement triplé le pouvoir portant du sol au niveau de la surface libre.

Les considérations qui précèdent ont mis en évidence l'importance du tassement différentiel dans la détermination même du taux de travail admissible du sol. Il semble bien que, dans l'essai de table habituel, on devrait faire intervenir, non pas un tassement absolu, mais un tassement différentiel à ne pas dépasser. Autrement dit, le taux de travail à adopter devrait être fixé, pour une courbe effort-déformation donnée, non pas à l'aide de la seule déformation verticale, mais en considérant le point de cette courbe pour lequel la tangente ne dépasserait pas une certaine pente.

On notera également qu'en prenant un coefficient de sécurité de 3 par rapport à la limite de rupture définie par Van der Veen, on obtient un taux de travail admissible pour lequel la « sensibilité » du sol au tassement différentiel est très acceptable, du moins dans le cas considéré.

(Reproduction interdite)

DOCUMENTATION
TECHNIQUE

110

RÉUNIE EN SEPTEMBRE 1957

SERVICE DE DOCUMENTATION

L'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics peut en général fournir la reproduction *in extenso* des documents figurant à l'index analytique de documentation : sur microfilms négatifs de 35 mm qui peuvent être lus en utilisant soit un agrandisseur photographique courant, soit un lecteur de microfilms ou sur papiers positifs pour lecture directe.

Les demandes de documents doivent comporter le numéro d'ordre placé en tête de l'analyse, le titre du document et le nom de l'auteur.

Prix des reproductions photographiques

Microfilms : la bande de 5 images (port en sus).....				160 F
Positifs sur papier : la page (port en sus) :				
Format	9 × 12.....	70 F	Format	18 × 24.....
	13 × 18.....	90 F		21 × 27.....
Minimum de perception				250 F

Ces prix sont susceptibles de variation.

Pour tous renseignements, s'adresser à l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, 6, rue Paul-Valéry, Paris-XVI^e.

I. — INDEX ANALYTIQUE DE DOCUMENTATION

Les références de chaque article sont données dans l'ordre suivant : Numéro d'ordre, titre de l'article, nom de l'auteur, nom de la revue, date, numéro du fascicule, nombre de pages, nombre de planches.

B. ARCHITECTURE ET URBANISME

1-110. La détermination des limites de propriété et les principes juridiques (Boundary control and legal principles). BROWN (C. M.); Edit. : John Wiley and Sons, Inc., U. S. A. (1957), 1 vol., 275 p., fig., 11 réf. bibl. — Voir analyse détaillée B. 2271 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 49435.

2-110. Aimez l'architecture. L'architecture est un cristal (Amate l'architettura. L'architettura e un cristallo). PONTI (C.); Edit. : Vitali e Ghianda, Ital. (1957), 1 vol., 303 p., fig., 10 réf. bibl. — Voir analyse détaillée B. 2277 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 49382.

Les analyses sont publiées dans l'ordre des rubriques de la classification du système CORDONNIER, établie pour le rangement du fichier de documentation de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics et elles comportent une indexation suivant la notation de la Classification Décimale Universelle (CDU).

C. — SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

Ca RÉSISTANCE DES MATÉRIAUX

3-110. Statique appliquée et résistance des matériaux. — T. II: Systèmes hyperstatiques. SRÜSSI (F.); Traduit de l'allemand par R. FOISSY. — Edit.: *Dunod*, Fr. (1957), 1 vol., ix + 287 p., 281 fig. — Voir analyse détaillée B. 2260 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 49241. CDU 624.04/075 (03).

4-110. Les joints de dilatation dans la construction de bâtiments. I. II. (fin) (Szczeliny dylatacyjne w Konstrukcjach budowlanych). LÖSER (H.); *Przeład Budowl.*, Pol. (fév. 1957), vol. 29, n° 2, p. 50-55, 17 fig.; (mars 1957), vol. 29, n° 3, p. 92-95, 13 fig., 13 réf. bibl. — E. 46584, 47053. CDU 693.5.012.43 : 721.

5-110 Contribution à la question de la transmission du cisaillement dans les planchers en céramique précontrainte (Beitrag zur Frage der Schubübertragung bei den Stahltondecken). VOGT (H.); *Ziegelindustrie*, All. (1^{er} août 1957), n° 15, p. 510-511, 5 fig. — Indications très sommaires sur l'emploi d'étriers destinés à assurer une meilleure résistance au cisaillement. — E. 49102. CDU 624.043 : 624.012. 8/46 : 693.554.

6-110. La répartition des charges sur les tabliers des ponts (Distribution of loads on bridge decks). LOUNT (A. M.); *J. Struct. Div.* U. S. A. (juil. 1957), vol. 83, n° ST4 : *Proc. A. S. C. E.*, pap. 1303, 23 p., 9 fig. — Récents progrès des méthodes de calcul en ce qui concerne la détermination de la distribution des charges entre les éléments longitudinaux des ponts. Influence des raidisseurs transversaux. — E. 49058. CDU 624.042/3 : 624.21.025.

7-110. Les silos à grains. Etude particulière de la conception des silos verticaux (Bulk grain stores with particular reference to the design of vertical silos). HENNY (G. E. J.); *Trans. S. Afr. Instn. civ. Engrs. Afr. S.* (juil. 1957), n° 7, p. 225-242, 13 fig., 4 réf. bibl. — Description des divers types de silos et notamment des silos verticaux qui sont les plus répandus. Etablissement de formules de détermination des contraintes résultant des pressions internes. de la température et du retrait. — E. 49175. CDU 725.36 : 624.043.

8-110. Les contraintes secondaires dans les canalisationes de grand diamètre (Secondary stresses in large-diameter pipelines). McCURE (G. M.); *J. Pip. Div.*, U. S. A. (juin 1957), vol. 83, n° PL2 : *Proc. A.S.C.E.*, pap. 1280, 11 p., 4 fig., 5 réf. bibl. — Définitions et exemples de contraintes secondaires. Leur ordre de grandeur. Leur réalisation. Intérêt de l'essai sous pression après construction pour éliminer ces contraintes. — E. 48542. CDU 624.043 : 621.643.2 : 624.01.

9-110. Sur le comportement statique des arcs appuyés sur des roches de modules d'élasticité différents (Sul comportamento statico degli archi fondati su rocco con diverso modulo elastico). CALVI DI COENZO PARISETTI (G.); *Energ. elettr.*, Ital. (juin 1957), vol. 34, n° 6, p. 537-553, 37 fig. — Etude destinée à établir l'influence de la déformation élastique des appuis sur le comportement statique des éléments horizontaux d'un barrage. Arcs géométriquement symétriques et dissymétriques. — E. 49028. CDU. 624.043/4 : 624.072.32 : 624.15 : 593.3.

10-110. La fonction d'Airy dans un problème

élasto-plastique de flexion et de cisaillement (La funzione di Airy in un problema elastoplastico di flessione e di taglio). BERNARDI (M.); *Cemento*, Fr. (juin 1957), n° 6, p. 11-14, 5 fig., 3 réf. bibl. — E. 49087. CDU 624.04 : 539.3/5 : 624.072.2.

11-110. Sur l'étude dynamique des systèmes en treillis dans la phase de rupture (Sulla dinamica delle strutture reticolari in fase di collasso). FINZI (L.); *Energ. elettr.*, Ital. (mai 1957), vol. 34, n° 5, p. 450-459, 5 fig., 4 réf. bibl. — Etude de systèmes isostatiques en treillis soumis à des efforts violents mais de courte durée, en particulier des pylônes encastres à la base. — E. 48748. CDU 624.97 : 624.074.5 : 543 : 539.4.

12-110. Oscillations remarquables d'édifices élevés et leur élimination (Bemerkenswerte Schwingungen an Türmen und ihre Beseitigung). GEIJER (J.); *Bauingenieur*, All. (juil. 1957), n° 7, p. 259-262, 7 fig. — Deux cas relatifs, l'un à une tour d'extraction minière, l'autre à un clocher. — E. 49034. CDU 534 : 624.97 : 624.075.

13-110. Sur l'amortissement des vibrations des poutres métalliques (On the vibrational damping of structural steel beams). YAMADA (Y.); *Mem. Fac. Engng Kyoto Univ.*, Japon (avr. 1957), vol. 19, n° 1, p. 1-13, 14 fig., 2 réf. bibl. — Etude et compte rendu de mesures de l'amortissement des vibrations de poutres et de ponts-routes de construction métallique. — E. 48568. CDU 534 : 624.21.023.9 : 624.014.2.

14-110. Méthode approchée de calcul des charges critiques sous lesquelles un flambement latéral se produit dans les treillis à assemblage rigide (A method of determining an approximate value of the critical loads at which lateral buckling occurs in rigidly jointed trusses). MURRAY (N. W.); *Proc. Instn. civ. Engrs. G.-B.* (juin 1957), vol. 7, p. 387-403, 12 fig., 10 réf. bibl. — E. 48145. CDU 624.075.2 : 624.074.5 : 624.078.

15-110. La mécanique des roches appliquée aux travaux publics. TALOBRE (J.); Edit.: *Dunod*, Fr. (1957), 1 vol., xx + 444 p., nombr. fig., nombr. réf. bibl. — Voir analyse détaillée B. 2261 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 49242. CDU 624.131.5 : 691.2 (03).

16-110. Résistance en traction diagonale de poutres T en béton armé, avec variation de la « distance de cisaillement » (écartement entre les points d'application d'une réaction d'appui et de la charge concentrée la plus proche (Diagonal tension strength of reinforced concrete T-beams with varying shear span). AL-ALUSI (A. F.); *J.A.C.I.*, U. S. A. (mai 1957), vol. 28, n° 11, p. 1067-1077, 9 fig., 2 réf. bibl. — Compte rendu d'essais ayant porté sur vingt-cinq poutres soumises à deux charges concentrées symétriques. — E. 48174. CDU 620.17 : 624.072. 2 : 624.012.45.

17-110. Résistance à la fatigue du béton précontraint sollicité à la flexion (Fatigue resistance of prestressed concrete beams in bending.) EKBERG (C. E.), WALTHER (R. E.), SLUTTER (R. G.); *J. Struct. Div.*, U.S.A. (juil. 1957), vol. 83, n° ST4 : *Proc. A.S.C.E.*, pap. 1304, 17 p., 6 fig., 11 réf. bibl. — Méthode permettant de prévoir la résistance à la fatigue du béton précontraint. Discussion des facteurs influant sur la résistance à la fatigue : pourcentage d'acier, degré de précontrainte, rapport de la charge à la surcharge. Recommandations rela-

tives aux coefficients de sécurité. — E. 49058. CDU 539.4 : 624.072.2 : 624.012.46.

Ca n Procédés de calcul.

18-110. Le calcul des constructions en béton armé par la théorie de la plasticité (Plastic design in reinforced concrete). MARSHALL (W. T.); *Struct. Engr.*, G.-B. (juil. 1957), vol. 35, n° 7, p. 243-251, 26 fig., 7 réf. bibl. — E. 48440. CDU 624.04 : 539.5 : 624.012.45.

19-110. Les coefficients de charge pour les ponts en béton précontraint (Load factors for prestressed concrete bridges). LIN (T. Y.); *J. Struct. Div.*, U. S. A. (juil. 1957), vol. 83, n° ST4 : *Proc. A.S.C.E.*, pap. 1315, 18 p., 10 fig. — Comparaison entre l'emploi de coefficients de charge (rapport de la charge de rupture à la charge de travail) dans le calcul à la rupture des ponts en béton précontraint, et la méthode de la contrainte admissible suivant la théorie élastique. Application aux divers éléments du pont et à l'ouvrage dans son ensemble. — E. 49058. CDU 624.046 : 624.21.012.46.

20-110. Application des machines à calcul à l'étude d'un pont (Application of digital computers to bridge design). SCHEFFEY (C. F.); *J. Struct. Div.*, U. S. A. (juil. 1957), vol. 83, n° ST4 : *Proc. A.S.C.E.*, pap. 1308, 14 p., 6 fig., 6 réf. bibl. — Exposé des caractéristiques des machines à calcul et des opérations nécessaires pour les appliquer aux problèmes du calcul des ponts. Progrès récents dans la technique de codification et possibilités des calculatrices. — E. 49058. CDU 518 : 624.21.01.

21-110. Le calcul des tuyauteries à haute température. Exploitation par les calculatrices électroniques. GAGE (A.); Edit.: *Dunod*, Fr. (1957), 1 vol., xvi + 166 p., nombr. fig. — Voir analyse détaillée B. 2262 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 48993. CDU. 624.04 : 621.643.2 : 536.5 (03).

22-110. Calcul des réservoirs. — *Rev. Soud.*, Belg. (1957), n° 2, p. 122-130, 8 fig., 2 réf. bibl. — L'étude porte sur les réservoirs à pression soudés. — E. 48773. CDU 624.04 : 621.642 : 624.014.2.

23-110. Tables pour le calcul des poutres horizontales à courbure circulaire soumises à des charges symétriques uniformes (Tables for circularly curved horizontal beams with symmetrical uniform loads). SCHULZ (M.), CHEDRAUI (M.); *J.A.C.I.*, U. S. A. (mai 1957), vol. 28, n° 11, p. 1033-1040, 5 fig. — E. 48174. CDU 624.04 : 624.072.2/4 : 518.

24-110. Choix de la section transversale d'une poutre mixte fer-béton en T (Selection of the cross section for a composite T-beam). FOUNTAIN (R. S.), VIEST (I. M.); *J. Struct. Div.*, U. S. A. (juil. 1957), vol. 83, n° ST4 : *Proc. A.S.C.E.*, Pap. 1313, 29 p., 10 fig., 3 réf. bibl. — Méthode approchée pour le choix de la section, applicable aux poutres mixtes à élément métallique de diverses formes. — Etablissement de formules exactes pour les propriétés et d'équations approchées pour le choix de la section mixte. Exemples d'application pratique de la méthode. — E. 49058. CDU 624.072.2 : 624.016.

25-110. Au sujet du calcul des portiques selon le procédé des constantes (Zur Berechnung geschlossener Rahmentragwerke nach dem Festwertverfahren). STOLLE (H. W.); *Bauplan.-Bautech.*, All. (juin 1957), n° 6, p. 244-248, 8 fig., 6 réf. bibl. — E. 48237. CDU 624.04 : 624.072.33.

26-110. Généralisation de la théorie de la flexion d'un poteau sans résistance à la traction et application au calcul de portiques avec montants en béton non armé (Erweiterung der Theorie der Biegung eines Pfeilers ohne Zugfestigkeit und ihre Anwendung zur Berechnung von Rahmentragwerken mit unbewehrten Stielen). ANGEROV (K.), PUTKONEN (A. I.); *Valtion Tek. Tutkimuslaitos*, Finl. (1957), Publ. n° 34, 60 p., 30 fig., 8 réf. bibl. (résumés allemand, anglais). — E. 48528.

CDU 624.072.3 : 624.012.4.

27-110. Calcul de certains systèmes d'arcs solidarisés (The analysis of certain interconnected arch systems). HENDRY (A. W.), JAEGER (L. C.); *Struct. Engr.*, G.-B. (juil. 1957), vol. 35, n° 7, p. 256-260, 7 fig., 3 réf. bibl. — Présentation d'une nouvelle méthode de calcul d'ensembles entrecroisés d'arcs sinusoidaux à deux articulations. — E. 48440.

CDU 624.04 : 624.072.32 : 624.078.

28-110. Les charges de véhicules dans l'étude des ponts-route (Vehicle load and highway bridge design). MITCHELL (S.), BORRMANN (G. F.); *J. Struct. Div.*, U. S. A. (juil. 1957), vol. 83, n° ST4 : *Proc. A.S.C.E.*, Pap. 1302, 21 p., 11 fig., 3 réf. bibl. — Etude d'un type de charge raisonnable et coefficient de sécurité logiques à appliquer à toutes les charges et forces agissant sur l'ouvrage. — E. 49058.

CDU 624.042/46 : 624.21 : 625.7.

29-110. Calcul des constructions hyperstatiques par les méthodes de relaxation. Troisième édition de la méthode de Hardy Cross complétée par la méthode générale de double relaxation et le calcul des ossatures reposant sur des sols compressibles. — ZAYTSEFF (S.); Edit. : *Dunod*, Fr. (1957), 1 vol., 330 p., 222 fig. — Voir analyse détaillée B. 2263 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 49243.

CDU 624.04 : 624.075 (03).

30-110. La méthode de Land et ses applications (Il metodo di Lande e le sue applicazioni). POLSONI (G.); *Ingegneria*, Ital. (juil. 1957), n° 7, p. 627-634, 12 fig. — Applications des principes de réciprocité au calcul des structures. Lignes d'influence des moments et des déformations des travées continues. — E. 49081.

CDU 624.04 : 624.072.33 : 624.075.

31-110. Détermination des lignes d'influence des moments fléchissants dans les poutres en arc selon le procédé de A. Strasser (Zur Ermittlung von Biegemomenten-Einflusslinien bei Bogenträgern nach der Methode von A. Strasser). SAWRJEV (K. S.); *Bauplan.-Bautech.*, All. (mai 1957), n° 5, p. 212-214, 7 fig., 5 réf. bibl. — E. 47649.

CDU 624.043 : 624.072.2/32.

Caf Essais et mesures.

32-110. Méthodes statistiques pour le contrôle des bétons des grands barrages (Metodi statistici per il controllo dei calcestruzzi delle grandi dighe). GUDERZO (M.); *Energ. elettr.*, Ital. (mai 1957), vol. 34, n° 5, p. 460-469, 7 fig., 6 réf. bibl. — Exposé des principes théoriques et des modalités d'application des méthodes statistiques de contrôle de la qualité des bétons, qui ont été récemment utilisés au cours de la construction du grand barrage de Cancano 2. — E. 48748.

CDU 620.16 : 666.972 : 627.8 : 519.2.

33-110. Essais effectués sur une poutre transversale pour le pont suspendu de Clifton (G.-B.) (Tests on Clifton suspension bridge cross-girder). HOLMES (M.); *Proc. Instn. civ. Engrs.*, G.-B. (juin 1957), vol. 7, p. 404-408, 3 fig., 4 réf. bibl. — Essais effectués en 1955 au laboratoire de génie civil de l'Université de Bristol. — E. 48145.

CDU 69.001.5 : 624.072.2 : 624.5.

34-110. Difficultés d'interprétation des essais à la plaque en vue de déterminer la force portante des chaussées. BUREAU (R.); *Tech. routière*, Belg. (juin 1957), n° 2, p. 91-110, 12 fig., 19 réf. bibl. — E. 48741.

CDU 69.001.5 : 625.85/84 (100).

Ce MÉCANIQUE DES FLUIDES. HYDRAULIQUE

35-110. La théorie du régime appliquée à l'analyse des résultats expérimentaux concernant les transports de fond. BLENCH (T.), ERBB (R. B.); *Houille blanche*, Fr. (mars-avr. 1957), n° 2, p. 132-157, 9 fig., 18 réf. bibl. — Etude de l'application au calcul des canaux de la théorie du régime. Transports de sable et de gravillon dans des canaux expérimentaux en laboratoire. — E. 48415.

CDU 532.5 : 691 : 626.1.

36-110. Pertes de charge des conduits cylindriques de section non circulaire et de rugosité hétérogène. FORTIER (A.); *Houille blanche*, Fr. (mai-juin 1957), n° A, p. 325-331, 3 fig. — E. 49026.

CDU 532 : 621.643.2.

37-110. Etudes expérimentales de bassins de tranquillisation effectués par l'U. S. Corps of Engineers (Stilling basin experiences of the Corps of Engineers). BERRYHILL (R. H.); *J. Hydraul. Div.*, U. S. A. (juin 1957), vol. 83, n° HY3 : *Proc. A.S.C.E.*, Pap. 1264, 36 p., 17 fig., 7 réf. bibl. — E. 48539.

CDU 532.5 : 627.8.

Ci GÉOPHYSIQUE

Cib m Étude des sols.

38-110. Stabilisation des sols mous par chargement préliminaire (Stabilization of soft soil by pre-loading). CHU (W. S.), WANG (C. H.); *Archiv. Hydrotech.*, Pol. (1957), vol. 4, n° 1, p. 55-72, 8 fig., 1 fig. h.-t. — Etude du procédé de chargement préliminaire, prévision des tassements pendant la période de chargement préliminaire. Conclusion et suggestions. — E. 48783.

CDU 624.138 : 624.042.

39-110. Mesures in situ des propriétés physiques des sols. MÉNARD (L.); *Ann. Pont Chauss.*, Fr. (mai-juin 1957), n° 3, p. 357-377, 14 fig. — Présentation des résultats d'une série d'expériences réalisées dans les argiles de Chicago avec un nouvel appareil appelé « pressiomètre ». Au sein même du sol de fondation, cet appareil crée un champ de contraintes et mesure les déformations correspondantes. L'analyse du diagramme obtenu permet de calculer à la fois le module d'élasticité et les valeurs de la résistance au cisaillement. Etude de quelques résultats théoriques utilisés pour l'analyse des diagrammes. — E. 48229.

CDU 624.131.3 : 531.7.

40-110. Recherches géoélectriques effectuées sur des chaussées en béton (Geoelektrische Untersuchungen an Betonstrassen). FRITSCH (V.); *Bauplan.-Bautech.*, All. (mai 1957), n° 5 : *Strassentech.*, p. 49-54, 19 fig. — Compte rendu de mesures et d'essais effectués à l'occasion de l'aménagement de la voirie urbaine à Vienne; aperçu sur les procédés de mesures géoélectriques les plus importants. — E. 47649.

CDU 624.131.3 : 537 : 525.84.

41-110. Recherches sur les infiltrations à travers les digues du canal de décharge de Padoue (essais sur modèle) (Ricerche sulle filtrazioni attraverso gli argini del canale scaricatore in Padova). ZANOVELLO (A.); *Atti Rass. tec.*, Ital. (juin 1957), n° 6, p. 304-312, 9 fig., 4 fig. h.-t., 5 réf. bibl. — E. 49086.

CDU 624.131.6 : 627.5 : 626.1.

42-110. A propos de la filtration au-dessous des canaux. PREISSMANN (A.); *Houille blanche*, Fr. (mars-avr. 1957), n° 2, p. 181-188, 7 fig., 3 réf. bibl. — Présentation d'une méthode

générale donnant sans trop de calculs le réseau d'écoulement avec une exactitude suffisante. Application à divers types de canaux. — E. 48415. — CDU 532.5 : 626.1/3 : 624.131.6.

43-110. Poussée des terres et murs de soutènement (Earth pressures and retaining walls). HUNTINGTON (W. C.); Edit. : *John Wiley and Sons, Inc.*, U. S. A. (1957), xv + 534 p., nombr. fig., 74 réf. bibl. — Voir analyse détaillée B. 2272 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 49238.

CDU 69.022.2 : 624.131 : (624.04 03).

Cic Surface du globe. Hydrographie. Érosion.

44-110. Bibliographie sur l'hydraulique des marées (Bibliography on tidal hydraulics). *Corps Engrs U.S. Army*, U. S. A. (mai 1957), *Commit. Tidal Hydraul.*, Rep. n° 2, Suppl. n° 2, CWI Item n° 816, 84 p. — Relevé d'articles et ouvrages parus de mai 1955 à mai 1957. — E. 48898. — CDU 626.01 : 627.2 (01).

Co CONDITIONS GÉNÉRALES. SITUATION GÉOGRAPHIQUE. CONGRÈS.

Cod l Normalisation.

45-110. La normalisation dans le bâtiment (L'unificazione nell'edilizia). BIANCHI (T.); Edit. : *Vitali e Chianda*, Ital. (1957), 1 vol., 124 p., 11 fig. — Voir analyse détaillée B. 2278 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 49384. — CDU 389.6 : 721 : 69 (03).

Cof Études générales. Congrès.

46-110. Neuvième Congrès international de mécanique appliquée. — Actes — T. VIII. *University de Bruxelles*, Belg. (1957), 1 vol., 505 p., nombr. fig., nombr. réf. bibl. — Voir analyse détaillée B. 2270 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 49464A.

CDU 539.3/4/5 : 620.1 : 061.3 (03).

47-110. Numéro consacré aux Journées franco-espagnoles de la route, Madrid, 11, 12, 13 avril 1957. — *Rev. gén. Routes Aérodr.*, Fr. (juil. 1957), n° 306, p. 41-121, nombr. fig. — Les voies d'accès à Madrid. Aspects économiques des problèmes routiers. Les problèmes techniques des routes espagnoles au laboratoire et sur le terrain. Considérations principalement françaises sur les divers modes de revêtement routiers. Nouveaux moyens auxiliaires dans la construction des ponts (description de systèmes de cintres). Le réseau routier espagnol, sa modernisation. — E. 48621.

CDU 625.7 : 624.057.6 : 061.3.

Cof m Annuaire, Dictionnaires, Catalogues, Bibliographie.

48-110. Petit dictionnaire de la technique de la construction (Das kleine Lexikon der Bautechnik). GRAF (O.), HUBER (W.), KRAUTH (Th.); Edit. : *Union Dtsche. Verlag*, All. (1956), 1 vol., 1586 p., nombr. fig. — Voir analyse détaillée B. 2276 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 49153. — CDU 03 : 69 : 624.

49-110. Relevés bibliographiques (Literaturzusammenstellung des Deutschen Bauzentrum). *Dtsch. Bauzentrum*, All. Réservoirs en béton, béton armé, béton précontraint pour huiles légères, moyennes et lourdes (Behälter aus Beton, Stahlbetonbau, Spannbeton für Leicht-, Mittel- und Schweröl). (16 jan. 1957), *Dokum. f. Bautech.*, n° L.Z. 214, 19 p., (relevés bibliographiques). — Joints dans la construction en béton armé (complément au relevé

n° 205) (Nachtrag zur Literatur zusammenstellung n° 205 über Arbeitsfugen im Betonbau), n° L.Z. 205, 4 p. — **Tours et studios de télévision** (Fernsehtürme und Fernsehstudios). (19 jan. 1957), n° L.Z. 213, 42 p. — **Bâtiments à usage de bibliothèque (complément au relevé n° 188)** (Nachtrag zur Literaturzusammenstellung n° 188 über Bibliotheksbauten). (5 oct. 1956), n° L.Z. 188, 5 p. — **Ecoles primaires (Volksschulbauten)**. (28 jan. 1957), n° L.Z. 215, 14 p. — **Piscines (Hallenbäder)** (4 fév. 1957), 1. Erg. n° L.Z. 174, 5 p. — **Thixotropie et**

emploi des liquides thixotropes (Thixotropie und technische Verwendung thixotroper Flüssigkeiten). (3 oct. 1956), n° L.Z. 211, 6 p. — **Béton à la baryte** (Baryt-Beton) (25 juil. 1956), n° L.Z. 210, 2 p. — **Éléments et revêtements de façade en aluminium** (Fassadenelmente und -Verkleidungen aus Aluminium). (9 nov. 1956), n° L.Z. 212, 7 p. — **Fenêtres en métal léger (compléments au relevé n° 195)** (Ergänzung zur Literaturzusammenstellung 195 über Leichtmetallfenster). (20 jan. 1956), Ergänz. n° L.Z. 195, 4 p.; (5 oct. 1956), 2. Ergänz. n°

L.Z. 195, 3 p. — E. 47132, 47127, 47131, 47125, 47133, 47124, 47129, 47128, 47130, 47126.

CDU 01 : 624.953.012.4 : 725 : 69.022/28.

50-110. **Bibliographie annotée sur les cheminées desservant des installations de chauffage à combustibles solides ou liquides dans les maisons d'habitation** (An annotated bibliography on residential chimneys serving solid or liquid fuel fired heating appliances). WACHMANN (C.); *Nat. Res. Council. Div. Build. Res.*, Canada (avr. 1957), Bibliographie n° 12, 6 p. — E. 48836. CDU 697.8/81/84 (01).

D. — LES ARTS DE LA CONSTRUCTION

Dab MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Dab j Matériaux métalliques.

51-110. **Influence sur la durée de la peinture du pré-traitement et du degré d'oxydation de la surface avant peinture**. TRÄGARDH (K. F.); *Corros.-Anticorros.*, Fr. (juin 1957), vol. 5, n° 6, p. 169-173, 4 fig. — Compte rendu d'essais de longue durée exécutés en Suède montrant que le degré de rouille de la surface de l'acier avant peinture et le pré-traitement ont une grande influence sur la vie de la peinture. — E. 48266.

CDU 69.059.4 : 667.637.2 : 672 : 620.19.

52-110. **Traitement thermique des aciers de construction**. SOURDILLON (A.); Edit. : *Éditns « Rev. Optique »*, Fr. (1957), 2^e éditn rev. et augm., 1 vol., 361 p., 298 fig., réf. bibl. — Voir analyse détaillée B. 2269 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 49415.

CDU 621.78 : 691.7 (03).

Dab l Matériaux rocheux.

53-110. **Etude des caractéristiques physiques des sables naturels servant à la confection du mortier et du béton** (Mortar- and concrete-making properties of natural sands related to their physical attributes). ZEITSMAN (C. F.); *J.A.C.I.*, U. S. A. (mai 1957), vol. 28, n° 11, p. 1041-1056, 12 fig., 5 réf. bibl. — Présentation de méthodes de détermination du module de finesse, de la granulométrie, de la forme des grains. Compte rendu d'essais de dosage. — E. 48174.

CDU 691.223 : 666.97.

Dab le Liants. Chaux. Plâtre. Ciments.

54-110. **Caractéristiques des ciments norvégiens (durcissement par temps chaud ou au froid)**. I. II. (fin) (Vare cements kvalitet. — Herdning i varme og kulde —). RUTLE (J.); *Tech. Ukeblad*, Norv. (13 juin 1957), n° 24, p. 491-499, 17 fig.; (20 juin 1957), n° 25, p. 505-512, 14 fig., 1 réf. bibl. — Spécification des ciments fabriqués en Norvège, essais auxquels ils sont soumis. Caractéristiques des ciments rapides. — E. 48261, 48338.

CDU 666.94 (481) : 69.03 « 324 » (213).

Dab mo Matières plastiques.

55-110. **Emploi de matières plastiques pour assurer l'étanchéité des constructions** (Bauwerksabdichtung mit Kunststoffen). LUFISKY (K.); *Bauplan.-Bautech.*, All. (mai 1957), n° 5, p. 205-211, 214, 9 fig., 14 réf. bibl. — Aperçu sur l'évolution de la technique, raisons dictant l'emploi des matières plastiques, conditions de mise en place, améliorations apportées aux

caractéristiques des matières plastiques. — E. 47649. CDU 699.82 : 691.175.

56-110. **Soudure des plastiques**. Vol. II. **Polyéthylène**. HAIM (G.); Edit. : *Dunod*, Fr. (1957), 1 vol., xviii + 157 p., nombr. fig. — Voir analyse détaillée B. 2259 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 48272.

CDU 621.791 : 691.175 (03).

57-110. **Les résines polyesters**. CHRETIEN (M.); *Plastiques-Bâtim.*, Fr. (juin 1957), n° 13, p. 5-6, 9-11, 5 fig. — Composition, mise en œuvre, domaines d'utilisation dans le bâtiment. Marques et principales caractéristiques des résines polyesters en France. — E. 48565.

CDU 691.175.

Dab n Matériaux à caractéristiques particulières. Isolants. Réfractaires.

58-110. **Résultats d'essais effectués en vue de la mise au point d'un procédé d'étanchéité comportant l'emploi de produits moulés, solides, sans support, à base de bitume, mis en œuvre avec utilisation du courant haute fréquence** (Ueber Versuche zur Schaffung eines Abdichtungsverfahrens unter Verwendung fester trägerloser Bitumenformteile mit Hilfe von Hochfrequenz). HEGEMANN (B.), SCHRECK (C.); *Bitumen*, All. (juin 1957), n° 4, p. 92-96, 6 fig. — E. 48514.

CDU 699.82 : 691.16 : 537 : 69.001.5.

59-110. **Une protection un peu méconnue: l'hydrofuge aux silicones**. BOUILLE (J.); *Chim. Peint.*, Belg. (juil. 1957), n° 7, p. 290-295. — E. 49015. CDU 699.82 : 678.

60-110. **Les chapes souples asphaltiques préfabriquées au service de l'étanchéité**. *Travaux*, Fr. (août 1957), n° 272, p. 441-442, 7 fig. — E. 49063.

CDU 699.82 : 691.16 : 69.00.2.2.

61-110. **Emploi de feuilles d'aluminium dans le bâtiment** (Bouwkundige toepassingen van aluminiumfolies). VAN DER SCHAAR (R. V.); *Bouw*, Pays Bas (1^{er} juin 1957), n° 22, p. 520-523, 7 fig. — Afin d'améliorer l'isolation thermique on applique actuellement sur le matériau isolant une mince pellicule d'aluminium. Exposé détaillé du procédé, appliqué avec du bois, du béton, du jute. L'aluminium réfléchit les rayons solaires vers l'extérieur d'un côté et les rayons infrarouges vers l'intérieur de l'autre, jouant ainsi un double rôle de protection. Conseils pratiques de réalisation. — E. 48063. CDU 699.86 : 691.771.

Daf SÉCURITÉ DES CONSTRUCTIONS

Daj f Essais et mesures.

62-110. **Les asphaltes coulés de Milan et leur plasticité contrôlée par l'essai de ramollisse-**

ment (Gli asfalti colati milanesi e la loro plasticità controllata con la prova di rammollimento). INVERNIZZI (L.); *Strade*, Ital. (juil. 1957), nos 7-8, p. 311-327, 24 fig., 2 réf. bibl. — Essais exécutés par le laboratoire municipal de Milan pour la détermination des caractéristiques des asphaltes destinés aux chaussées, trottoirs et terrasses. — E. 49072.

CDU 691.16 : 625.75 : 620.1.

Daf l Corrosion

63-110. **Les efflorescences : leur étude et les remèdes à quelques cas particuliers**. ALVISET (L.); *Terre cuite*, Fr. (jan.-fév.-mars 1957), n° 40, p. 21-41, 25 fig. — Modes opératoires d'études en laboratoire. Remèdes pour combattre les efflorescences dans quelques cas définis. — E. 48758.

CDU 620.193/7 : 691.42.

64-110. **La résistance des bois aux taret** (Resistance of timbers to marine borers) *Dock-Harbour Author.*, G.-B. (juil. 1957), vol. 38, n° 441, p. 101-104, 4 fig., 15 réf. bibl. — Compte rendu de recherches récentes sur l'attaque des bois par les animaux marins. — E. 48815.

CDU 620.193 : 691.11 : 57 : 627.2.

Daf m Stabilité des constructions.

65-110. **Considérations sur un critérium de perte de stabilité élastique des systèmes réticulés** (Consideratii in legatura cu un criteriu de pierdere a stabilitatii elastice a sistemelor de bare). IFRIM (M.); *Stud. Cerc. Mecan. apl.*, Roum. (jan.-mars 1957), vol. 8, n° 1, p. 213-231, 18 fig., 17 réf. bibl., (résumés russe, français). — Détermination par approximations successives d'une charge critique minima de stabilité élastique, ainsi que d'un coefficient de sécurité au flambage de ces structures. Application aux cas de portiques continus à nœuds rigides ou articulés. — E. 48802.

CDU 624.04 : 624.074.5 : 539.3.

Daf mi Règles techniques.

66-110. **Nouveau code américain du béton**. I. II. (fin). — *Construction*, Fr. (mars 1957), t. 12, n° 3, p. 91-96, 2 fig.; (juin 1957), t. 12, n° 6, p. 183-190, 4 fig. — E. 47044, 48599. CDU 624.012.45 : 35 (73).

67-110. **Résumé du premier rapport sur les travaux de la Commission sur les coefficients de sécurité** (Synopsis of first progress report of Committee on Factors of Safety). JULIAN (O. G.); *J. Struct. Div.*, U. S. A. (juil. 1957), vol. 83, n° ST4 : *Proc. A.S.C.E.*, Pap. 1316, 22 p., 14 fig., 5 réf. bibl. — Définitions. Chiffres statistiques relatifs aux variations des propriétés de l'acier et du béton. Tableaux et graphiques des relations entre coefficients de sécurité et probabilité de rupture. — E. 49058.

CDU 624.046.5 : 624.012/14.

Deb . INFRASTRUCTURE ET MAÇONNERIE

Deb ja Consolidation du sol.

Assèchement. Drainage.
Travaux hydrologiques.

68-110. Stabilisation à la chaux des fondations de route sur les chantiers de route inter-états du Texas (Lime subgrade stabilization on Texas interstate projects). *Roads-Streets*, U. S. A. (juil. 1957), vol. 100, n° 7, p. 75-76, 83-84, 87, 99, 6 fig. — Description du procédé et conditions d'application. — E. 49050.
CDU 624.138 : 691.51.

69-110. Assainissement et stabilisation du sol de la cité du « Climat de France » (Alger). MOUSSU (H.); *Terres-Eaux*, Alg. (oct. 1956-mars 1957), n° 29, p. 40-49, 4 fig., 7 réf. bibl. — E. 48878.
CDU 626.86 : 624.138.

70-110. Compactage des sols par vibration (Compaction de suelos por vibración). OLIVEROS RIVES (F.); *Cons. Sup. Investig. Ci. (Inst. tec. Constr. Cemento)*, Esp. (1957), n° 181, 72 p., 47 fig., nombr. réf. bibl. (résumés anglais, français, allemand). — Exposé d'ensemble sur le problème général du compactage des sols par vibration, avec étude des procédés et de l'outillage utilisés, notamment lors de la construction de routes et de pistes d'aérodromes. — E. 48394.
CDU 624.138 : 534.

71-110. Stabilisation des sols par injection (Markstabilisering genom injektering) INGBERG (K.), SCHÜTZ (F.), VRETBAD (E.); *Stat. nämnd byggnadsforskning*, Suède (1957), *Handl.* n° 30, 110 p., nombr. fig., 54 réf. bibl. (résumé anglais). — Etude de la stabilisation des sols par injection de verre soluble. Compte rendu d'essais effectués d'autre part pour étudier l'injection de ciment et d'émulsions bitumineuses dans le sable et les gravillons. Résultats obtenus avec l'emploi de l'électrosmose et du gel. — E. 48729.
CDU 624.138 : 666 : 536/7.

72-110. La durabilité des sols de fondation stabilisés selon le procédé « Joosten » (Die Haltbarkeit nach dem Joosten-Verfahren hergestellter Bodenverfestigungen). DONEL (M.); *Bauplan.-Bautech.*, All. (juin 1957), n° 6, p. 252-255, 8 fig., 12 réf. bibl. — Les procédés comportant l'emploi d'injection pour la stabilisation et l'imperméabilisation des sols de fondation ont été sensiblement améliorés en 1926 par l'application du procédé « Joosten ». Etude de ce procédé de stabilisation chimique et des résultats obtenus. — E. 48237.
CDU 624.138 : 54.

Deb ji Fondations.

73-110. Observations faites sur le comportement des fondations de silos à ciment de grandes dimensions (Zkusenosti se zakladaním mohutných cementových sil). VRABEC (O.); *Instr. Stavby*, Tchecosl. (20 juin 1957), vol. 5, n° 6, p. 299-303, 12 fig. (résumés russe, allemand, français). — E. 48460.
CDU 624.154 : 624.953 : 666.94.

74-110. Expériences sur la descente des batardeaux en eau vive. ESCANDE (L.), CASTEX (L.); *Rev. gén. Hydraul.*, Fr. (mars-avr. 1957), n° 77, p. 64-69, 3 fig. — E. 48936.
CDU 624.157.1 : 627.1 : 532.5.

75-110. Expériences faites en Norvège avec l'emploi de pieux en acier foncés sur le rocher (Norwegian experiences with steel piles to rock). BJERRUM (L.); *Géotechnique*, G.-B. (juin 1957), vol. 7, n° 2, p. 73-96, 17 fig., 5 fig. h.-t., 63 réf. bibl. — Compte rendu d'une expérience de vingt-cinq années dans l'emploi de pieux en acier foncés jusqu'au rocher à travers l'argile. Procédés de fonçage des pieux, appuis des pieux sur le rocher, étude des pro-

blèmes du flambage, et de la corrosion des pieux métalliques dans le sol. Recherches sur le tassement des pieux considérés individuellement et des bâtiments. — E. 48778.
CDU 624.155 : 624.014.2 : 691.2.

76-110. Pieux flottants dans les alluvions vaseuses du Tage (Estacas flutuantes nas aluvios lodosos do Tejo). LEITAO (H.); TRINDADE E LIMA (R.); *Tecnica*, Portug. (mai 1957), n° 272, p. 495-520, 18 fig. — Conditions générales d'établissement des fondations dans les alluvions du Tage. Fondations sur pieux flottants. Exemples de réalisation. — E. 48788.
CDU 624.154 : 691.41 : 624.131.5.

77-110. L'emploi de pompes et le poids de la construction permettent de lutter contre des venues d'eau chaude lors de travaux d'agrandissement d'un hôpital (Pumps and weight keep hospital out of hot water). *Engng News-Rec.*, U. S. A. (20 juin 1957), vol. 158, n° 25, p. 46-48, 51, 5 fig. — Exposé des difficultés rencontrées lors des travaux de fondation à l'occasion de l'extension de l'hôpital d'Harlem à New York. Le pompage n'a été arrêté qu'après la construction du douzième étage. — E. 48463.
CDU 624.131.6 : 624.15 : 621.65.

78-110. Forages et sondages, leur emploi dans les travaux publics. CAMBEFORT (H.); *Edit. : Eyrolles*, Fr. (1957), 2^e édit., 1 vol., 426 p., 370 fig. — Voir analyse détaillée B. 2264 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 49573.
CDU 624.131 : 36/38 : 621.95 (03).

Deb le Mortiers.

79-110. Les défauts des mortiers (Mängel an Mörteln). SCHOLZ (W.); *Ziegelindustrie*, All. (2 juil. 1957), n° 14, p. 478-480. — Notes pratiques sur les causes de défauts constatés dans les mortiers (manque de résistance, fissures, émiettement). Mesures préventives. — E. 48859.
CDU 666.971 : 620.19.

Deb li Bétons.

80-110. L'hétérogénéité des mélanges destinés à l'exécution des chaussées en béton de ciment. Complément de recherche. II. VAN VOLSOM (E.), DUTRON (P.); *Centre Rech. rout.* Belg. (avr. 1957), *Rapp. Rech.*, iii + 65 p., 45 fig. — Compte rendu des résultats d'une étude complémentaire de l'influence de la composition du béton sur le degré d'hétérogénéité du mélange prélevé à la sortie de la bétonnière et après épandage sur la chaussée. — E. 48728.
CDU 693.542 : 625.84 : 620.1.

81-110. Les agrégats du béton léger, notamment du béton caverneux (Zuschlagstoffe des Leichtbetons unter besonderer Berücksichtigung des Schüttbetons). BRAMANN (K.); *Bauwirtschaft*, All. (20 juil. 1957), n° 29, p. 862-866, 12 fig. — Brèves indications sur les conditions de remplir par les agrégats : pureté chimique, résistance du grain, porosité. — E. 48879.
CDU 691.322 : 666.973.

82-110. Bétons d'agrégats poreux (Beton aus porigen Stoffen). WESCHE (K.); *Betonst. Ztg.*, All. (juil. 1957), n° 7, p. 515-522, 11 fig., 4 réf. bibl. (résumés anglais, français). — Considérations générales. Différents types d'agrégats poreux, leurs caractéristiques. Bétons fabriqués avec ces agrégats; possibilités d'utilisation. — E. 48868.
CDU 666.972 : 691.322 : 539.2.

83-110. La corrosion du béton (Korrosion av betong). SNECK (T.); *Nordisk Betong*, Suède (1957), n° 2, p. 117-127, 1 fig., 7 réf. bibl. (résumé anglais). — Etude des causes de la corrosion du béton : propriétés du ciment durci, qualité du béton, corrosivité du milieu. Action des eaux et des composés chimiques

humides. Facteurs en liaison avec la corrosion souterraine du béton. — E. 48034.
CDU 620.193 : 666.972.

84-110. Les joints dans les trottoirs en encorbellement et dans les dalles de tablier des ponts (Ueber Fugen in Gehwegkonsolen und Fahrbahnplatten auf Brücken). WAISER (M.); *Strasse-Autobahn*, All. (juin 1957), n° 6, p. 207-210, 6 fig., 2 réf. bibl. — Description des mesures prises pour éviter les taches humides et les efflorescences sous les ponts-routes. Etude des fissurations des trottoirs en encorbellement. — E. 48620.
CDU 624.21.059.2 : 693.5.012.43 : 699.821.

85-110. Le retrait du béton (Svind hos beton). MEYER (E. V.), NIELSEN (K. E. C.); *Nordisk Betong*, Suède (1957), n° 2, p. 129-153, 9 fig., 20 réf. bibl. (résumé anglais). — Etude des effets du retrait. Mécanisme du retrait, description d'un procédé employé pour la détermination expérimentale du retrait. — E. 48034.
CDU 666.972.015.46 : 620.1.

86-110. Sur les contractions et contraintes dues au retrait du béton (Über Längenänderungen und Spannungen durch Schrumpfen und Schwinden des Betons). *Betonst.-Ztg.*, All. (juil. 1957), n° 7, p. 523-526, 6 fig., 13 réf. bibl. (résumés anglais, français). — Rapport présenté au deuxième Congrès de l'Industrie des agglomérés de béton (Wiesbaden, 1957). — Le phénomène du retrait. Ses conséquences. Les contraintes internes. Relations entre l'importance du retrait et les contraintes internes. Contraintes de structure (influence de la nature des agrégats). Conclusions. — E. 48868.
CDU 624.043 : 666.972.015.46.

87-110. Principes de la fabrication du béton léger d'une résistance à la compression déterminée (Grundlagen für die Herstellung von Leichtbeton mit bestimmter Druckfestigkeit). ROTHFUCHS (G.); *Betonst.-Ztg.*, All. (juil. 1957), n° 7, p. 511-514, 5 fig., (résumés anglais, français). — La résistance à la compression dépend essentiellement du rapport ciment/vides. Détermination du dosage permettant d'obtenir le rapport ciment/vides et par suite la résistance recherchée. — E. 48868.
CDU 666.973 : 539.4.

88-110. Des coffrages métalliques spéciaux conçus pour être utilisés conjointement avec des pompes à béton sont employés pour la construction de la troisième galerie du tunnel Lincoln (à New York) (Special steel forms designed for concrete pumping made history on third Lincoln tube). *Roads-Streets*, U. S. A. (juin 1957), vol. 100, n° 6, p. 128-129, 137-138, 144, 149, 17 fig. — E. 48588.
CDU 69.057.528 : 624.19 : 693.546.

89-110. Le contrôle du béton du barrage de Detroit (Mass concrete control in Detroit dam). CLARK (R. R.); *J.A.C.I.*, U. S. A. (juin 1957), vol. 28, n° 12, p. 1145-1168, 9 fig. — Méthodes de contrôle de la température du béton du barrage de Detroit (Océgon). Méthodes de construction du barrage et de refroidissement du béton. Types de ciments utilisés. Dosage du béton. Relevé des températures. Résultats. Prix de revient des mesures de refroidissement. — E. 48862.
CDU 693.542 : 627.8 : 620.1.

90-110. Revêtements coulés en place sur parois à forte pente. *Construction*, Fr. (juil. 1957), t. 12, n° 7, p. 201-202, 4 fig. — Technique « Vacuum Concrete » de coulage du béton, consistant à couler le béton derrière des banches, où s'effectue le traitement par le vide, en utilisant un portique mobile servant de support aux banches et au distributeur de béton. — E. 49078.
CDU 693.546 : 621.5 : 69.024.13.

91-110. Une économie et un gain de temps sur les chantiers. — *Plast. Bât.*, Fr. (juil.-août 1957), n° 14, p. 5-7, 5 fig. — Emploi de films de polyesters pour la protection du béton

contre le froid ou le risque de dessiccation rapide. — E. 49122. CDU 691.175 : 693.547.

92-110. Problèmes du bétonnage par temps chaud (Hot weather concreting problems). J.A.C.I., U. S. A. (mai 1957), vol. 28, n° 11, p. 1025-1032, 15 réf. bibl. — Facteurs réduisant les difficultés dues aux fortes chaleurs; mesures pour conserver le béton à une température suffisamment basse par le contrôle de la température de ses constituants; production, transport, mise en place, protection et essais par temps chaud. — E. 48174.

CDU 69.03 (213) : 693.54.

93-110. Déformation à longue échéance de poutres en béton armé (Langtidsdeformation hos armerade betongbalkar). BACKMARK (L.), JOHNSON (A. I.); *Nordisk Betong*, Suède (1957), n° 2, p. 181-190, 9 fig. (résumé anglais). — Compte rendu de recherches effectuées pour déterminer l'influence exercée par le décoffrage prématuré de dalles de plancher sur les déformations à longue échéance de ces dalles. — E. 48034. CDU 624.044 : 624.072.2 : 693.55.

94-110. La résistance du ciment aux attaques chimiques. La chaux libre du ciment et l'effet du produit d'addition « Rajasil » sur la résistance chimique du ciment (Das freie CaO des Zements und die Wirkung des Betonzusatzmittels Rajasil auf die chemische Widerstandsfähigkeit des Zements). LOCHER (F. W.), Zement-Kalk-Gips, All. (juin 1957), n° 6, p. 221-231, 12 fig., 6 réf. bibl. (résumés anglais, français). — Importance de la chaux libre et de l'aluminate de calcium dans le ciment Portland en ce qui concerne la résistance du béton aux sulfates (Ueber die Bedeutung des freien Kalks und des Calciumaluminats im Portlandzement für die Sulfatbeständigkeit von Beton). MEIER-GROLMAN (F. W.); p. 231-238, 9 fig., 12 réf. bibl. (résumés anglais, français). — E. 48501. CDU 666.94 : 666.972.16 : 666.972.5.

95-110. La technique moderne du béton au service de la production de l'énergie (Die moderne Betontechnik im Dienste der neuzeitlichen Energiewirtschaft). DRÖGLER (O.); *Allg Bau-Ztg.*, Autr. (17 avr. 1957), n° 546, p. 1-15, 28 fig. — Étude de l'emploi des produits d'addition « Plastiment », « Plastocrete » et « Frioplast » dans la construction des barrages en Autriche. — E. 48476. CDU 666.972.16 : 621.311.

Deb lu Bétons bitumineux, enrobés

96-110. Enrobés denses 1956 dans le Haut-Rhin et les départements limitrophes. ALHERITIÈRE, DAVID, GIRARDOT, GODIN, MICHAUD, TABART, RIBAUD, BALLAST; *Rev. gén. Routes Aérodr.*, Fr. (juin 1957), n° 305, p. 65-68, 71-75, 13 fig., 3 réf. bibl. — E. 48234.

CDU 625.75.

97-110. Composition des mélanges asphaltiques (Samenstellen van asfaltmengsels). HAGEMAN (J. H.); *Polytech. T.*, Pays-Bas (25 avr. 1957), n° 17-18, p. 298b-305b, 1 fig. — Exposé des divers facteurs qui jouent un rôle dans la résistance et la stabilité d'un mélange : pierres, sable, liant. Étude de la méthode de dosage de Van der Baan et de la méthode de Shell. Le Service des Ponts et Chaussées hollandais emploie depuis longtemps la méthode Van der Baan, avec de très bons résultats. Discussion. — E. 47423.

CDU 625.8.06/7 : 625.85.

98-110. Choix du type d'enrobé à employer en revêtement routier. Enrobés à chaud ou enrobés à froid? Enrobés denses ou enrobés ouverts? DURRIEU (J.); *Construction*, Fr. (juil. 1957), t. 12, n° 7, p. 195-201, 10 fig. — Avantages et inconvénients des différents types d'enrobés. — E. 49078.

CDU 625.75 : 625.8.06.

Deb mo Enduits. Revêtements. Petits ouvrages.

99-110. Revêtements de murs et de sols. *Trav. Peint.*, Fr. (juin 1957), vol. 12, n° 6, p. 221-243, fig. — Numéro spécial donnant un aperçu d'ensemble sur les nouveaux revêtements, qu'ils assurent par eux-mêmes une protection et une décoration suffisante, ou qu'il soit nécessaire d'en effectuer ensuite le peignurage ou le vernissage. — E. 48342.

CDU 69.025.28 : 667.6 : 691.

100-110. Les revêtements de sols minces. — *Isolation-Revêtements*, Fr. (fév.-mars 1957), n° 7, p. 75-81. — Tableau donnant les caractéristiques principales de tous les revêtements de sols minces. — E. 47590.

CDU 69.025.35.

101-110. Sols d'atelier en béton avec couche d'usure spéciale (Bedrijfsvloeren met slijtlaag). DAMMERS (L. F. jr.); *Cement-Beton*, Pays-Bas (juin 1957), n° 5-6, p. 193-196, 199-202, 6 fig. (résumés anglais, français, allemand). — E. 48389. CDU 69.025.331.5 : 725.4 : 666.972.5.

Deb ne Béton armé.

102-110. Influence du fluage sur les contraintes de cisaillement dans les constructions composées en béton. I. II. III. (Über den Einfluss des Kriechens auf die Schubspannungen in Betonverbundkonstruktionen). RÜHLE (H.); *Bau-plan.-Bautech.*, All. (fév. 1957), n° 2, p. 75-78, 10 fig., 8 réf. bibl.; (mai 1957), n° 5, p. 199-204, 10 fig.; (juin 1957), n° 6, p. 249-251, 2 fig. — Étude des constructions réalisées au moyen d'éléments préfabriqués en béton armé, et de béton coulé sur le chantier. — E. 46007, 47649, 48237.

CDU 666.972.015 : 69.002.2 : 693.546/55 : 624.04.

103-110. Contribution à l'étude du comportement à la rupture des poteaux en béton armé (Beitrag zum Bruchverhalten von Stahlbetonsäulen). SORÉZ (S.), STUMPF (A.); *Beton-Stahlbetonbau*, All. (juil. 1957), n° 7, p. 162-166, 11 fig., 22 réf. bibl. — Exposé sur les résultats statistiques d'une série d'essais. — E. 48796.

CDU 539.4 : 624.072.3 : 624.012.45 : 620.17.

104-110. Les armatures de cisaillement et la sécurité contre la rupture dans les poutres en béton armé (Schubbewehrung und Bruch-sicherheit beim Stahlbetonbalken). BAY (H.); *Beton-Stahlbetonbau*, All. (juil. 1957), n° 7, p. 156-162, 14 fig., 8 réf. bibl. — E. 48796.

CDU 624.072.2 : 624.012.45 : 693.554.

105-110. Étude comparative des barres d'armature lisses avec crochets d'extrémité et des barres crénelées avec cannelures très espacées (Släta armerings järn med ändkrokar kontra gleskammiga järn). HOLMGREN (L.); *Nordisk Betong*, Suède (1957), n° 2, p. 209-220, 6 fig. (résumé anglais). — E. 48034. CDU 693.554.

Deb ni Béton précontraint.

106-110. Comportement de poutres mixtes simplement appuyées ou continues en béton précontraint. I. II. (fin) (Behavior of simple-span and continuous composite prestressed concrete beams). OZELL (A. M.); *J. Prestressed Concr. Inst.*, U. S. A. (juin 1957), vol. 2, n° 1 : I : p. 18-31, 10 fig.; II : p. 42-74, 36 fig. — I : Essais ayant porté sur des poutres de construction composite constituées d'un élément en béton précontraint préfabriqué et de béton coulé sur place. Étude de la liaison entre les deux éléments, description et résultats des essais. II : Étude du comportement élastique et de la résistance à la rupture de poutres mixtes continues en béton précontraint réalisées

en plaçant bout à bout deux poutres précontraintes simplement appuyées et en coulant et armant d'acier doux la zone des moments négatifs. — E. 48559. CDU 624.072.2 : 624.012.46/45 : 620.16/17.

107-110. L'idée française de la précontrainte révolutionne l'art de construire. FREYSSINET (E.); *Travaux*, Fr. (juil. 1957), n° 273, p. 355-368, 15 fig., 1 réf. bibl. — Exposé historique sur la naissance et l'évolution de la technique du béton précontraint; description des travaux de reconstruction de l'ancienne gare maritime du Havre; étude de réalisations dans divers pays. Avantages du béton précontraint, différents domaines d'application. — E. 48391. CDU 624.012.46.

108-110. Essai d'une dalle et d'une poutre précontraintes par post-tension sans injection (Testing post-tensioned slab and beam without grouting). SHERMAN (Z.); *J. Struct. Div.*, U. S. A. (juil. 1957), vol. 83, n° ST4 : *Proc. A.S.C.E.*, pap. 1317, 17 p., 9 fig., 4 réf. bibl. — Description des essais effectués à l'Université du Mississippi. Mode opératoire. Résultats commentés. — E. 49058.

CDU 620.17 : 624.072/73 : 693.564.4.

109-110. Aperçu d'ensemble des recherches sur la fatigue dans les constructions en béton précontraint (An appreciation of the work carried out on fatigue in prestressed concrete structures). ROWE (R. E.); *Magaz. Concr. Res.*, G.-B. (mars 1957), vol. 9, n° 25, p. 3-8, 18 réf. bibl. — Compte rendu de nombreux résultats d'essais, observations générales sur les données expérimentales. — E. 48595.

CDU 539.4 : 624.012.46 : 620.17 (01).

110-110. Le béton précontraint. Difficultés surmontées lors de la construction de ponts en Floride (Prestressed concrete. Difficulties overcome in Florida bridge practice). DEAN (W. E.); *Civ. Engng.*, G.-B. (juin 1957), vol. 27, n° 6, p. 60-63, 5 fig. — Bref exposé sur les difficultés rencontrées dans la réalisation des ouvrages en béton précontraint, contrôle des contraintes. Élimination des formes anguleuses trop aiguës. Expériences faites lors de la construction du pont de Tampa Bay, faisant ressortir dans certains cas des conceptions erronées. — E. 48583.

CDU 624.27.012.46 : 69.059.2.

111-110. Particularités et défauts du béton précontraint lors de la construction des ponts en Floride (Peculiarities and shortcomings of prestressed concrete in Florida bridge practice). DEAN (W. E.); *J. Prestressed Concr. Inst.*, U. S. A. (juin 1957), vol. 2, n° 1, p. 32-37, 4 fig. — Problèmes pratiques posés lors de l'adoption du procédé de précontrainte, notamment lors de la construction du pont de la baie de Tampa. — E. 48559.

CDU 624.012.46 : 624.27 : 693.564.

Dec CHARPENTE. MENUISERIE. SERRURERIE. STRUCTURES.

Dec I Travail des métaux.

Charpente. Soudure. Menuiserie. Construction mixte.

112-110. Un exemple d'application du soudage électrique par résistance en charpente lourde: les centrales thermiques de Violaines et de Hornaing. LABESSOLHE (J. M.), LIBEAU (R.); *Acier*, Fr. (juin 1957), n° 6, p. 227-281, 12 fig. — E. 48322.

CDU 621.311.22 : 624.014.25.

113-110. La halle municipale de Vienne. MASANZ (F.); *Acier*, Fr. (juin 1957), n° 6, p. 273-276, 8 fig. — Charpente métallique dont la toiture, en forme de selle polyédrique, couvre

sans support intermédiaire une surface de 10 000 m² environ. Cette charpente comporte deux portiques principaux formant cadres en raison de la présence au niveau du sol de tirants prétendus et logés dans une gaine de béton absorbant par compression les efforts de précontrainte. — E. 48322.

CDU 725.8 : 624.072.33 : 624.014.2.

114-110. Mesures des contraintes dans l'ossature métallique des nouveaux bureaux administratifs, Whitehall Gardens (Stress measurements in the steel frame of the new government offices, Whitehall Gardens). WOOD (R. H.), MAINSTONE (R. J.); *Instn. civ. Engrs.*, G.-B. (1955), Pap. n° 6 : Group II, 33 p., 23 fig., 8 fig. h.-t., 8 réf. bibl. — Description des essais exécutés en vue d'étudier l'interaction des poutres de l'ossature métallique, de leurs encastresments bétonnés et des dalles de plancher associées. Conclusions. E. 48209.

CDU 624.043 : 693.97 : 624.016.

115-110. Emploi dans la construction métallique d'éléments mixtes acier-béton (Constructii metalice cu bare din otel-beton). GHEORGESCU (Gh.), CONSTANTINESCU (D.); *Industr. Constr. Mater. Constr.*, Roum. (1957), n° 5, p. 267-274, 9 fig. — E. 48416.

CDU 624.014/16.

Def TRAVAUX D'ACHÈVEMENT

Def I Étanchéité des constructions. Joints étanches.

116-110. Étude de la construction de la Schnellbahnlinie C de Berlin, entre Seestrasse et Tegel, et plus particulièrement des travaux d'étanchéité des tunnels (Der Bau der Berliner Schnellbahnlinie C zwischen Seestrasse und Tegel unter besonderer Berücksichtigung der Abdichtung der Tunnelbauwerke). HARMS (F.); *Bitumen*, All. (juin 1957), n° 4, p. 80-85, 15 fig., 1 réf. bibl. — Application du revêtement bitumeux multicouche conformément aux dispositions de la norme DIN 4031. — E. 48514.

CDU 699.82 : 624.19 : 691.16.

117-110. Réalisation de l'étanchéité des tunnels des chemins de fer souterrains de Hambourg contre la pression hydrostatique (Wasserdruckhaltende Abdichtung von Tunnelbauwerken der Untergrundbahnen in Hamburg). MANDEL (G.); *Bitumen*, All. (juin 1957), n° 4, p. 76-79, 11 fig. — Rappel des conditions d'exécution des tunnels, et description des travaux de mise en place de la chape d'étanchéité bitumeuse multicouche, conformément aux dispositions de la norme DIN 4031. — E. 48514.

CDU 699.82 : 624.19 : 624.131.6 : 691.16.

118-110. Phénomènes de diffusion constatés dans des joints d'étanchéité en matières thermoplastiques (Diffusionserscheinungen an Bauwerksdichtungen aus Thermoplasten). LUFISKY (K.); ZOPPEL (M.); *Bauplan.-Bautech.*, All. (juin 1957), n° 6, p. 261-265, 6 fig., 6 réf. bibl. — Étude des phénomènes de diffusion auxquels toutes les matières organiques sont sujettes, et de leurs conséquences pour les joints d'étanchéité devant résister à la pression de l'eau. — E. 48237.

CDU 699.82 : 678.

Def PRÉFABRICATION

119-110. Utilisation d'éléments préfabriqués pour la réalisation d'aires flottantes et de planchers légers garantissant l'isolation acoustique (Schwimmende Estriche und schallisolierende Leichtdecken aus Fertigbauteilen). REICHARDT (W.); *Bauplan.-Bautech.*, All. (juin 1957), n° 6, p. 256-260, 8 fig., 14 réf. bibl. — E. 48237.

CDU 69.025.22 : 691.327 : 699.84.

120-110. Deuxième Congrès international de la Construction en éléments de béton armé

préfabriqués (Dresde, 18-22 juin 1957) (II. Internationaler Kongress für Montagebau mit Stahlbetonfertigteilen. Dresden 18 bis 22 juni 1957). *Tech. Hochschule Dresden*, All. (1957), 1 vol., 131 p. — Rapport provisoire sur la teneur des communications écrites et orales. Le rapport définitif, avec le texte intégral des communications doit paraître vers la fin de l'année. — E. 49169.

CDU 624.012.3/45 : 061.3.

121-110. Notes sur le problème des tolérances dimensionnelles dans le bâtiment. Exemple concernant les poteaux en béton armé (Cenni sul problema delle tolleranze dimensionali in edilizia. Esempio riguardante pilastri di c.a.). SACCHI (G.); *Cemento*, Ital. (juin 1957), n° 6, p. 7-10, 3 fig., 9 réf. bibl. — Le problème des tolérances dimensionnelles d'éléments du bâtiment produits en série. Son étude par les méthodes statistiques. — E. 49087.

CDU 69.002.2 : 624.01 : 519.2.

122-110. Isolation thermique dans la préfabrication lourde. CHRISSTEN (P.); *Isolation-Revêtements*, Fr. (fév.-mars 1957), n° 7, p. 32-40, 10 fig. — Étude sur la technique de l'isolation des immeubles construits par préfabrication lourde. Choix du matériau isolant. Réalisation de l'isolation en usine, au moment de la coulée sur table. — E. 47590.

CDU 699.86 : 624.012.3.

123-110. La construction préfabriquée (Budownictwo wielkoblukowe). OSSOWIECKI (M.); Edit. : *Budownictwo-Architektura*, Pol. (1956), 1 vol., 236 p., nombr. fig., 4 fig. h.-t. — Voir analyse détaillée B. 2279 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 45797.

CDU 69.002.2 (03).

Dib. PLOMBERIE SANITAIRE

124-110. Les plastiques et le sanitaire. I. II. (fin). SARLIN (J.); *Chaud-Froid*, Fr. (juin 1957), n° 126, p. 111, 113, 115, 117, 119, 122-123, 125, 127, 129, 131, 11 fig.; (juil. 1957), n° 127, p. 81, 83, 85, 87, 89, 91, 2 fig. — E. 48435, 48940.

CDU 696 : 691.175.

Dic CLIMATISATION

125-110. Conductibilités thermiques des matériaux de construction utilisés dans la construction des habitations (Thermal conductivities of building materials in dwelling construction). TUOMOLA (T. T.), RUO (R. R.); *Valtion Tek. Tutkimuslaitos*, Finl. (1957), Tiedotus Sarja III — Rakennus 10, 9 p. — Tableaux des conductibilités thermiques des matériaux dans les conditions normales de teneur en humidité et de température. Valeurs basées en grande partie sur les résultats faits au Laboratoire de Technique du Chauffage de l'Institut finlandais de Recherches techniques. — E. 48532.

CDU 536.2 : 691.

126-110. Chaleur et confort dans l'habitation. Influence de la technique de construction (Die warme Wohnung. Bauphysikalische Zusammenhänge und Voraussetzungen). SCHÜLE (W.); *Heiz. Lüft. Haustechnik*, All. (20 juin 1957), vol. 8, n° 6, p. 143-148, 15 fig., 13 réf. bibl. — Étude de la température dans les locaux chauffés, du confort et du rôle joué par les divers éléments de construction; murs extérieurs, plafonds et planchers. — E. 48420.

CDU 697.1 : 628.8 : 69.02.

127-110. Conditions d'ambiance pour le séjour ou le travail. DUPUY (R.); *Tech.-Archit.*, Fr. (mai 1957), n° 2, p. 76-78, 5 fig. — Mise à jour de la question. Exposé de la méthode graphique de Belding et Hatch. — E. 48575.

CDU 628.8.

128-110. Proposition de norme pour le conditionnement de l'air en vue du confort (Proposed standard for comfort air conditioning). *Heat. Pip. Air condition.* U. S. A. (juil. 1957), vol. 29, n° 7, p. 171-172, 1 fig. — Définition. Conditions thermiques. Qualité de l'air, sa distribution. — E. 48886.

CDU 697.9/1 : 389.6.

129-110. Nouvelles tendances concernant les surfaces d'émission en chauffage central des locaux. NEDELKO (N.); *Tech. Archit.*, Fr. (mai 1957), n° 2, p. 108-110, 9 fig. — E. 48575.

CDU 697.1/33.

130-110. Mesure du degré de confort et définition de la température résultante. KISTLER (A.); *Schweiz. Bl. Heiz.-Lüft.*, Suisse (1957), n° 2, p. 27-32, 6 fig. — E. 48772.

CDU 628.6 : 536.5.

131-110. Manuel du chauffeur de chauffages. KAMMERER (V.); Edit. : *Berger-Levrault* Fr. (1955), 1 vol., 162 p., 98 fig. — Voir analyse détaillée B. 2268 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 48992.

CDU 697.32 (02).

132-110. Isolation thermique des bâtiments d'habitation. FOURNOL (A.); *Tech. Archit.*, Fr. (mai 1957), n° 2, p. 82-90, 16 fig., 15 réf. bibl. — L'isolation thermique d'hiver est un des paramètres du chauffage. Facteur climat. Isolation et volume construit. Jusqu'où convient-il de pousser l'isolation des parois? Coefficients de transmission des parois. Humidité des constructions et isolation thermique. Condensation. Prise en considération des régimes de température variable. — E. 48575.

CDU 699.86 : 728.

133-110. L'installation d'évacuation des gaz de combustion dans les immeubles à plusieurs étages (Abgasinstallation im Hochhaus). KÖRTING (J.); *Gas-Wasser-Wärme*, Aut. (juin 1957), vol. 11, n° 6, p. 117-124, 13 fig., 6 réf. bibl. — Bases générales de calcul des cheminées pour appareils à gaz, règlements en vigueur, amenée d'air frais et évacuation des gaz de combustion par gravité. — E. 48375.

CDU 697.81/4 : 697.245.

134-110. Conception et fonctionnement d'un appareil portatif de mesure de l'infiltration d'air dans un bâtiment (Design and performance of a portable infiltration meter). COBLENTZ (C. W.); ACHENBACH (P. R.); *Heat. Pip. Air condition.* U. S. A. (juil. 1957), vol. 29, n° 7, p. 155-158, 3 fig. — Critique des méthodes anciennes. Description d'un appareil de mesure du taux d'échange de l'air dans différents locaux ou en différents endroits d'un bâtiment en utilisant un gaz traceur. Applications possibles. — E. 48886.

CDU 697.95 : 533.6.

Dic I. Chauffage.

135-110. Le chauffage au charbon. JOLIN (J. L.); *Tech. Archit.*, Fr. (mai 1957), n° 2, p. 91-96, 20 fig. — E. 48575.

CDU 697.3 : 662.66.

136-110. Le chauffage au bois. NIERAT (J. M.); *Tech. Archit.*, Fr. (mai 1957), n° 2, p. 101-103, 7 fig. — E. 48575.

CDU 697.1 : 662.63.

137-110. Le chauffage au mazout. JOLIN (J. L.); *Tech. Archit.*, Fr. (mai 1957), n° 2, p. 97-100, 14 fig. — E. 48575.

CDU 697.1 : 662.75.

138-110. Le chauffage au gaz. — *Tech. Archit.*, Fr. (mai 1957), n° 2, p. 104-107, 11 fig. — E. 48575.

CDU 697.1 : 662.76.

139-110. Voici pourquoi le chauffage par le soleil ne se développe pas (Here's why solar heating lags). JORDAN (R. C.); *Heat. Pip. Air condition.*, U. S. A. (juil. 1957), vol. 29, n° 7,

p. 111-114, 4 fig. — Importance des investissements nécessaires. Difficultés d'ordre architectural. Abondance relative des combustibles fossiles. — E. 48886.
CDU 697.7 : 551.521.1 : 69.003.

140-110. Dispositions habituelles de chauffage des bâtiments scolaires (en Grande-Bretagne) (Current practice in school heating). OLIVER (L.); *J. Instn Heating Ventil. Engrs*, G. B. (juil. 1957), vol. 25, p. 77-110, 28 fig. — Aperçu historique sur les règlements concernant les constructions scolaires; étude des programmes de construction actuels, et caractéristiques des systèmes de chauffage adoptés; étude du prix de revient. Discussion. — E. 48739.
CDU 697.1 : 727 (410).

141-110. Le chauffage par rayonnement des grands locaux. DUPRÉ (A.); *Tech. Archit.*, Fr. (mai 1957), n° 2, p. 110-112, 11 fig. — E. 48575.
CDU 697.353 : 725/7.

142-110. Planchers à dalles pleines (Sols et plafonds). GIRARDIN (M.); Edit. : *Chaud-Froid Plomberie*, Fr. (1957), numéro spécial : *Technique et pratique du chauffage par rayonnement*, Cah. n° 2, 1 vol. 63 p., 7 fig., 16 fig. h.-t. — Voir analyse détaillée B. 2267 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 48943.
CDU 697.353 : 69.025.22/03.

143-110. Le chauffage et le rafraîchissement par l'emploi de divers types de plafonds radiants (Il riscaldamento ed il raffrescamento con impiego di vari tipi di soffitti radianti). CURSI (A.); *Tec. Ospedal.*, Ital. (juil.-août 1957) n° 26, p. 189-193, (résumés anglais, français allemand). — Les divers types de chauffage et leur intérêt pour les hôpitaux. Les installations à rayonnement; emploi pour le chauffage et le rafraîchissement. — E. 49173.
CDU 697.353 : 697.97.

144-110. Le chauffage électrique par émetteurs rayonnants suspendus. POMMERAS (P.); *Tech. Archit.*, Fr. (mai 1957), n° 2, p. 113-115, 10 fig. — E. 48575.
CDU 697.353 : 536.3 : 697.71.

145-110. L'essentiel du chauffage à circulation accélérée et l'abaque'eau. CLIQUET (R.); Edit. : *Chaud-Froid Plomberie*, Fr. (1957), numéro spécial, 16 p., 12 fig., 13 fig. h.-t., 40 abaques h.-t. — Voir analyse détaillée B. 2266 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 48944
CDU 697 43/47 (03).

146-110. La centrale de chauffage de Salzbourg (Das Heizkraftwerk Salzburg). VOMSTEIN (C.); *Heiz.-Luft. Haustechn.*, All. (20 juil. 1957), vol. 8, n° 7, p. 169-174, 9 fig., 2 réf. bibl. — Étude, construction, mise en service et premiers résultats d'exploitation. Particularités techniques. — E. 48853.
CDU 697.32/34.

Dic n Ventilation. Conditionnement. Traitement de la matière.

147-110. Installations de ventilation dans les halls d'exposition et les salles de grandes dimensions (Belüftungs- und Entlüftungsanlagen in Ausstellungshallen und Grosssaalbauten). ZIMMERMANN (W.); *Schweiz. Bl. Heiz.-Luft.*, Suisse (1957), n° 2, p. 45-53, 21 fig. — E. 48772.
CDU 697.95 : 725.8/9.

Did ECLAIRAGE

148-110. Les brise-soleil d'un building à Los Angeles. *Rev. Alumin.*, Fr. (juil. 1957), n° 245, p. 734-737, 7 fig. — E. 49108.
CDU 69.028.27 : 628.92.

149-110. L'éclairage scolaire. — *Rev. international. Eclairage*, Pays-Bas (1957), n° 2, p. 48-65, nombr. fig. — Rappel des conditions

auxquelles doit répondre un tel éclairage. Recommandations pour le calcul de l'installation. — E. 48799
CDU 628.97 : 727.1.

150-110. L'éclairage des tunnels et des passages inférieurs (Lighting traffic tunnels and underpasses). *Illum. Engng.*, U. S. A. (juin 1957), vol. 52, n° 6, p. 325-335, 25 fig., 11 réf. bibl. — Étude des éclaircissements à réaliser dans les différentes parties des ouvrages, et des procédés d'éclairage. — E. 48570.
CDU 628.93 : 624.19.

151-110. Évaluation de l'éblouissement (Evaluation of glare). HOPKINSON (R. C.); *Illum. Engng.*, U. S. A. (juin 1957), vol. 52, n° 6, p. 305-316, 13 fig., 9 réf. bibl. — Présentation de la formule fondamentale de calcul; compte rendu de recherches expérimentales. — E. 48570.
CDU 628.97 : 614.8.

Dif PROTECTION CONTRE LES DÉSORDRES ET ACCIDENTS

Dif j Acoustique. Vibrations.
Protection contre les bruits.
et les vibrations.

152-110. Le projet acoustique en architecture. KNUDSEN (V. O.), HARRIS (C. M.); traduit et adapté par CADIERGUES (R.), MOLES (A.); Edit. : *Dunod*, Fr. (1957), 1 vol., 380 p., 188 fig. — Voir analyse détaillée B. 2258 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 49244.
CDU 534.84 : 725/727 (03).

153-110. Critères pour le bruit provoqué dans les locaux par les installations de conditionnement de l'air (Criteria for room noise from air conditioning). ASHLEY (C. M.); *Heat. Pip. Air condition.*, U. S. A. (juil. 1957) vol. 29, n° 7, p. 145-150, 7 fig., 10 réf. bibl. — Caractéristiques qui rendent le bruit acceptable ou non. Discussion de la notion de critère de bruit. Application au bruit produit par une installation de conditionnement de l'air. — E. 48886.
CDU 699.844 : 697.94.

Dif l Protection contre l'incendie.

154-110. La protection du bois contre le feu. — *Bâtir*, Fr. (juin 1957), n° 68, p. 10-19, 7 fig. — E. 48816.
CDU 699.81 : 691.11.

Dif n Protection contre les désordres dus à l'homme.

155-110. Lutte contre les coups de bélier dans une conduite de pompage de 20 cm de diamètre (Control of water hammer in an 8-inch diameter pumping main) OSBORN (D. F.); *Transact. S. Afr. Instn civ. Engrs*, Afr. S. (juin 1957), vol. 7, n° 6, p. 203-216, 10 fig., 4 réf. bibl. — Intérêt de l'emploi d'un réservoir anti-bélier. Comparaison entre les fluctuations de pression théorique et mesurée, avec et sans anti-bélier. — E. 48766.
CDU 621.646 : 532.5 : 699.84.

Dif na Danger aérien.

156-110. La protection anti-aérienne des bâtiments (Baulicher Luftschutz von Hochbauten). MINETTI (H.); *Bauingenieur*, All. (juil. 1957), n° 7, p. 239-244, 5 fig. — Commentaires sur les « Directives relatives à la protection anti-aériennes des bâtiments », publiées par le Ministère allemand de l'Intérieur. Mesures de protection complémentaires désirables. — E. 49034.
CDU 699.85 : 35 (43).

Dif nu Radioactivité.

157-110. Le comportement des radioisotopes dans le traitement des eaux usées et le déversement des déchets radioactifs dans les égouts (The behaviour of radioisotopes in sewage treatment and the disposal of radioactive wastes to sewers). KENNY (A. W.); *Proc. Instn civ. Engrs*, G. B. (juin 1957), vol. 7, p. 326-343, 25 réf. bibl. — Principes généraux servant à la fixation des taux maxima admissibles d'irradiation, contamination des canalisations, dangers auxquels sont exposés les égoutiers, comportement de certains isotopes pendant l'épuration des eaux usées, déversement des effluents radioactifs dans les égouts, concentration des radioisotopes dans les boues d'égouts. Discussion. — E. 48145.
CDU 628.34 : 539.1 : 628.515.

Dig 1 CANALISATIONS

158-110. Tuyaux en matière plastique : communication sur les polyamides et le Rilsan. GUILLAUD (G.); *Rev. Couvert. Plomb.*, Fr. (juin 1957), n° 18, p. 46. — E. 48264.
CDU 621.643.2 : 691.175.

159-110. Le calcul économique des réseaux de transport de gaz par canalisations. I. II. (fin). ANDRIOT (J.); *Ann. Mines*, Fr. (mai 1957), p. 273-286, 3 fig.; (juin 1957), p. 353-367, 16 fig. — Examen des données économiques et techniques, étude du transport sans compression au départ, avec ou sans recompression. — E. 47847, 48402.
CDU 621.6.02 621.643 : 533 : 65.

160-110. Considérations sur le dimensionnement des installations de gaz (Theoretische Untersuchungen über die Gasdimensionierung von Gasinstallationen). SCHEULENBERG (H.); *Installation*, Suisse (juil. 1957), n° 3, p. 53-59, 8 fig. 3 réf. bibl. — Recherche d'une méthode plus simple que l'utilisation des tables de calcul compliquées actuellement en usage, et analogue à celle qui a été mise au point pour le calcul des installations d'eau. — E. 48616.
CDU 696.2 : 518.

161-110. Tables pour le calcul des conduites d'eau (Tabellen zur Berechnung von Wasserrohrleitungen). MARUNG (H.); Edit. : *Springer-Verlag*, All. (1957), 1 vol., 54 p. — Voir analyse détaillée B. 2273 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 49407.
CDU 628.14/15 : 518 (03).

Dig m RÉSERVOIRS. SILOS

162-110. Gazomètre en béton précontraint par post-tension à York (Grande-Bretagne) (A post stressed concrete gasholder tank at York). ALBONE (T.), MANNING (H. E.); *Struct. Engr*, G.-B. (juil. 1957), vol. 35, n° 7, p. 252-255, 2 fig., 1 réf. bibl. — Bref exposé sur le calcul et la construction d'un gazomètre de 50,25 m de diamètre et de 10,25 m de profondeur. — E. 48440.
CDU 624.953 : 662.76 : 624.012.46.

163-110. Quelques aspects du calcul et de la construction de réservoirs circulaires en béton armé (Some design and construction aspects of circular reinforced reservoirs). ELLEN (P. E.); *Engineering*, N. Zél. (15 mai 1957), vol. 12, n° 5, p. 148-156, 14 fig., 10 réf. bibl. — Caractéristiques de construction de deux réservoirs de 20 m de diamètre et contenant l'un 227 000 m³ l'autre 113 500 m³ d'eau. Couverture en voile mince de béton armé. — E. 48508.
CDU 628.13 : 624.074.7 : 624.012.45.

164-110. Considérations sur les études de réservoirs en béton armé pour combustibles liquides (Consideratiuni asupra proiectarii

rezervoarelor din beton armat pentru combustibili lichizi). TOPALA (E.); *Industr. Constr. Mater. Constr.*, Roum. (1957), n° 5, p. 259-267, 15 fig., 6 réf. bibl. — E. 48416.

CDU 624.01 : 624.953 : 693.55 : 662.75.

Do ENTREPRISES. ORGANISATION. INDUSTRIALISATION MAIN-D'ŒUVRE. ÉTUDES. DOCUMENTATION

165-110. La productivité des chantiers de travaux routiers. SORS (J. L.); *Rev. gén. Routes Aérodr.*, Fr. (août 1957), n° 307, p. 32-36, 39-45, 4 fig. — Etude des différents facteurs de la productivité. Consistance et importance des chantiers. Etudes préalables. Planning d'exécution des travaux; organisation des chantiers et contrôle de l'exécution. — E. 49045.

CDU 69.002 : 625.7 : 338.9.

166-110. Industrialisation du bâtiment. MONDIN (Ch.); *Construction*, Fr. (juin 1957), t. 12, n° 6, p. 174-182, 16 fig. — Revue des nouveaux procédés européens marquant une tendance à l'industrialisation du bâtiment. La préfabrication légère (béton léger et béton précontraint;

l'acier et l'aluminium comme éléments de façades; les plastiques; le bois dans la charpente). La préfabrication lourde. La construction métallique. Le mode traditionnel évolué. — E. 48599.

CDU 69.002.2.

Dod MATÉRIEL ET OUTILLAGE

167-110. Machines pour la construction (Byggmaskiner 1957). Edit. : *Svensk Byggtjänst*, Suède (1957), 1 vol., 336 p., nombr. fig. — Voir analyse détaillée B. 2280 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 49387.

CDU 621.8/9 (02).

168-110. L'emploi du matériel de chantier dans les ouvrages de génie civil (The employment of contractors' plant on civil engineering construction works). Mc GIBBON (R. H.), BRASS (J. H.); *Proc. Instn. civ. Engrs.*, G.-B. (juin 1957), vol. 7, p. 209-241, 2 fig., 22 fig. h.-t., 9 réf. bibl. — Choix de l'équipement approprié pour un travail donné. Entretien, entreposage et réparation du matériel. Etude du rendement de l'équipement. Perspectives d'avenir. Discussion. — E. 48145.

CDU 69.057.7 : 621.8/9.

169-110. Le rouleau à pieds de mouton. I. II. (fin) (Gradjevinske masine — jezevi).

F. — LES OUVRAGES

Fab ÉCHAFAUDAGES ÉTAIEMENTS. BOISAGES. CUVELAGES. CINTRES

172-110. Le cintre de ponts doit-il rester un ouvrage provisoire? BERTHAUD (P.); *Travaux*, Fr. (août 1957), n° 274, p. 437-440, 7 fig. — Conception des coffrages autoporteurs utilisés au pont de St.-Gervais, sur l'Isère. — (Extrait d'une étude de l'auteur : « Cintres en arc »). — E. 49063.

CDU 624.21.057.5.

Fac ÉLÉMENTS PORTEURS

Fac j Ossatures. Piliers. Colonnes.

173-110. Articulation plastique à l'intersection des poutres et des poteaux (Plastic hinging at the intersection of beams and columns). ERNST (G. C.); *J.A.C.I.*, U.S.A. (juin 1957), vol. 28, n° 12, p. 1119-1144, 23 fig., 12 réf. bibl. — Description d'une série de quarante-trois essais de laboratoire exécutés en faisant varier les dimensions des pièces et les conditions d'essai. Exposé des résultats et commentaires. — E. 48862.

CDU 624.078 : 624.072.2/3 : 624.012.45.

174-110. Utilisation des membranes dans les ouvrages maritimes et hydrauliques. VELUT (J.); *Travaux*, Fr. (août 1957), n° 274, p. 425-435, 13 fig. — Exposé d'une méthode nouvelle de construction utilisant des éléments cylindriques de faible diamètre formés de matériaux existant sur place (sable ou galets), contenus dans une membrane en tôle très mince protégée contre la corrosion. Essais sur modèle et grandeur nature. Possibilités d'application. — E. 49063.

CDU 624.074/7 : 624.016 : 626/7.

175-110. Les poteaux en tubes d'acier dans le bâtiment (Le colonne in tubo d'acciaio negli edifici civili). VANNACCI (G.); *Acciaio Costr. metall.*, Ital. (mars-avr. 1957), n° 2, p. 49-55, 14 fig. — Caractéristiques générales; étude des poteaux en tubes d'acier remplis de béton; sécurité en cas d'incendie. — E. 48412.

CDU 624.072.3 : 624.014.27 : 624.016.

STANKOVIC (K.); *Nase-Gradevinarstvo*, Yougosl. (oct. 1956), n° 10, p. 211-215, 6 fig.; (déc. 1956), n° 12, p. 257-262, 18 fig., (résumé anglais). — Aperçu d'ensemble, caractéristiques techniques d'environ cinquante types différents. — E. 44111, 45217.

CDU 621.9 : 624.138.

170-110. Pompes et élévateurs de liquides. T. 19. CHAMPLY (R.); Edit. : *Libr. Polytech. Ch. Béranger*, Fr. (1950), 1 vol., xxii × 298 p., 251 fig., 13 réf. bibl. — Voir analyse détaillée B. 2265 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 49156

CDU 621.65/69 (03).

Dof LES CHANTIERS ET LA SÉCURITÉ

Dof m Sécurité des chantiers.

171-110. Journées techniques des Comités régionaux de l'Organisme professionnel de Prévention du Bâtiment et des Travaux publics, Paris, novembre 1956. — *Organisme profession. Prévent. Bâtim. Trav. publ.*, Fr., 203 p., nombr. fig. — Texte des exposés sur l'action de l'O. P. P. B. T. P. en matière d'enseignement, et des conférences sur la prévention des accidents de travail et sur les maladies professionnelles. — E. 48496.

CDU 614.8 : 061.3.

50 × 28 m, est recouvert par une série de voiles cylindriques de 7 m de portée prenant appui sur des poutres de 21 m de portée. L'entrepôt de clinker est recouvert de voiles de 29 m de portée, précontraints selon procédé Dywidag, entre poutres de bordure de 7 m de portée, également précontraintes. — E. 48242.

CDU 624.074.4/7 : 624.012.45/6.

Fad ÉLÉMENTS NON PORTEURS

Fad j Cloisons. Plafonds. Remplissages d'ossatures. Gaines. Murs-rideaux.

180-110. Murs-rideaux. — CHRISSEMENT (P.); *Isolation-Revêtements*, Fr. (avr.-mai 1957), n° 8, p. 25-34, 17 fig. — Principes de montage les plus généralement utilisés, problèmes posés par l'isolation de ce type de parois. — E. 48603.

CDU 699.86 : 69.022.327.

Fec BATIMENTS CULTURELS SPORTS

181-110. Construction scolaires. *Archit. Auj.*, Fr. (juin 1957), n° 72, 105 p., nombr. fig. — Numéro spécial consacré aux réalisations architecturales modernes de groupes scolaires. — E. 48945.

CDU 727.1.

182-110. Construction scolaires des premier et second degrés. — *Archit. fr.*, Fr. (juin 1957), n° 177-178, 96 p., nombr. fig. — Description de nombreuses réalisations récentes en France, avec plans et photographies. — E. 48380.

CDU 727.1/2 (44).

Fed TRAVAUX MILITAIRES TRAVAUX D'UTILITÉ PUBLIQUE ALIMENTATION EN EAU HYGIÈNE PUBLIQUE GÉNIE RURAL EAUX SOUTERRAINES

Fac m Toitures. Voûtes. Dômes.

Coupoles. Arcs. Escaliers. Voiles.

179-110. Le bâtiment de concassage et l'entrepôt de clinker des cimenteries Dyckerhoff (Mühlengebaude und Klinkerlager der Dyckerhoff-Zementwerke) OHLIC (R.); *Beton-Stahlbetonbau*, All. (juin 1957), n° 6, p. 122-125, 9 fig. — Le bâtiment des concasseurs, de

Fed la Alimentation en eau.

Réservoirs d'eau. Eaux souterraines.

183-110. La prospection des eaux souterraines et l'adaptation des méthodes de forage à des conditions spéciales. KULIN (M.); *Tech. Eau*, Belg. (15 août 1957), n° 128, p. 15-19, 1 fig. — E. 49210. CDU 628.11.

184-110. Sur l'hydraulique des puits. SCHNEBELI (G.), *Houille blanche*, Fr. (mai-juin 1957), n° A, p. 278-283, 2 fig. — Puits traversant entièrement une nappe horizontale. Recherche des éléments théoriques permettant de résoudre les problèmes de prévision du débit et de prévision du rabattement. Formule pratique permettant, entre autres, de déterminer le rayon d'action d'une fouille à partir d'essais de pompage effectués préalablement dans des forages de reconnaissance. — E. 49026. CDU 532 : 628.11.

Feg BATIMENTS EN GÉNÉRAL

Feg l Bâtiments de plus de 10 étages.

185-110. Le plus haut bâtiment en béton armé des Etats-Unis (Tallest concrete building in U. S.). *Engng-News-Rec.*, U. S. A. (27 juin 1957), vol. 158, n° 26, p. 39-41, 7 fig. — Description succincte d'un immeuble d'habitation de quarante étages en cours de construction à Chicago. Il comportera des murs de raidissement et reposera sur 57 pieux moulés. Il sera revêtu de murs-rideaux en verre et acier inoxydable. Exécution des fondations. — E. 48597. CDU 728.2.011.27 : 693.95 : 624. 154.

Fib OUVRAGES INDUSTRIELS
ET COMMERCIAUX
DE PRODUCTION D'ÉNERGIE
ET D'UTILITÉ PUBLIQUE

Fib je Industrie.

186-110. L'usine d'automobiles la plus moderne d'Europe : Société Adam Opel, Rüsselsheim-am-Main (All.). (Das modernste Automobilwerk Europas Adam Opel Aktiengesellschaft, Rüsselsheim-am-Main). BÄRSCH (H.); *Bauingenieur*, All. (juin 1957), n° 6, p. 193-208, 39 fig. — Description du nouveau bâtiment de 425 m de longueur et de 298 m de largeur. Large emploi de la construction métallique. E. 48390. CDU 725.4 : 624.014.2 : 624.012.45.

Fib l Dépôts de marchandises.
Marchés. Hangars. Magasins.

187-110. La traversée des rivières par les pipe-lines (Pipeline river crossings). ODOM (L. M.); *J. Pip. Div.*, U. S. A. (juin 1957), vol. 83, n° PL2 : *Proc. A.S.C.E.*, Pap. 1281, 25 p., 10 fig. — Etude de la réalisation des traversées, soit par passerelle soit en souterrain. — E. 48542. CDU 621.643.2 : 627.1.

188-110. Hangar en tubes soudés. ROUET (F.); *Acier*, Fr. (juil.-août 1957), n° 7-8, p. 313-317, 11 fig. — Description d'un bâtiment de 71 m de longueur totale et de 28 m de largeur hors poteaux, construit à la gare de la Chapelle à Paris. — E. 48754. CDU 624.91 : 624.014.25/27.

189-110. Restaurants, cantines, cafés, bars (Gaststätten : Restaurant, Kantine, Café, Bar). Edit. : J. Hoffmann, All. (1957), 2^e édit., 1 vol., 151 p., 297 fig. — Voir analyse détaillée B. 2274 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 48921. CDU 725.71/72 (03).

Fib n Production d'énergie.

Ouvrages hydrauliques. Barrages.
Régularisation des cours d'eau.

190-110. L'aménagement de Usk pour l'alimentation en eau de la ville de Swansea (G.-B.). (The Usk scheme for the water supply of Swansea). SHEPPARD (G. A. R.), AYLEN (L. B.); *Proc. Instn. civ. Engrs.*, G.-B. (juin 1957), vol. 7, p. 246-274, 14 fig., 7 fig. h.-t., 6 réf. bibl. — Description détaillée de la construction du barrage en terre de 480 m de longueur à la crête et de 33,2 m de hauteur. Mesures prises pour supprimer la pression de l'eau interstitielle pendant la construction. Discussion. — E. 48145. CDU 627.8 : 691.4 : 624.131.6.

191-110. Barrage et prise d'eau de la chute de Pressy, sur le Giffre. BOUVARD (M.), CHARDONNET (E.), COURDOUAN (P.); *Travaux*, Fr. (août 1957), n° 274, p. 395-413, 26 fig. — Barrage au fil de l'eau, prise d'eau et conduite forcée. Dignes en terre compactée en amont et en aval. Ouvrage de raccordement. Description des ouvrages et de l'exécution des travaux. — E. 49063. CDU 627.8/1/5 : 621.311.

192-110. Aménagement hydroélectrique du cours supérieur de la rivière Sil (Espagne) (Aprovechamientos hidroelectricos en el tramo superior del rio Sil) CONDE (E. S.); *Inform. Constr. (Inst. tec. Constr. Cemento)* Esp. (1957), n° 91, p. 530.9/1 - 530.9/10, 11 fig. — Description des trois centrales de Ondinas, Penadrada et San Marina disposées en chapelet. Canaux et galeries. — E. 48812. CDU 627.8 : 626.1 : 624.19.

193-110. La centrale hydroélectrique de Salime (Espagne) (Salime power station). *Water-Power*, G.-B. (juil. 1957), vol. 9, n° 7, p. 267-273, 8 fig. — Description de l'aménagement, caractéristiques de construction du barrage poids-voûte de 131,5 m de hauteur et de 250 m de longueur à la crête. — E. 48500. CDU 627.8 : 621.311.

194-110. Aménagement hydroélectrique de la rivière Navea (Espagne) (Aprovechamiento hidroelectrico del rio Navea). *Inform. Constr. (Inst. tec. Constr. Cemento)* Esp. (mai 1957), n° 91, p. 530.10/1 - 530.10/8, 16 fig. — Généralités sur le bassin versant, brève description des installations, comprenant notamment le barrage à contrefort de Chandreja, de 85 m de hauteur, le barrage poids-voûte de 32 m de hauteur de Guistolas, la centrale de Pontenovo. — E. 48812. CDU 627.8 : 621.311.

195-110. La dérivation pour le barrage de Dalles réalisée au moyen d'une digue en enrochements. Les études sur modèles ont permis la mise au point d'une réalisation satisfaisante (The Dalles diversion made with rock-fill dam. Model studies develop successful method). WEBSTER (M. J.); *Civ. Engng.*, U. S. A. (fév. 1957), vol. 27, n° 2, p. 59-63, 13 fig. — Caractéristiques du modèle à l'échelle de 1:40 utilisé au laboratoire d'hydraulique de Bonneville (U. S. A.). Résultats des recherches. Solution adoptée. — E. 48591. CDU 627.8 : 691.2 : 532.5.

196-110. L'aménagement hydroélectrique de Bersimis-Lac Cassé (Canada). I. II. (fin) (The Bersimis-Lac Cassé scheme). PERRYMAN (O.); *Water-Power*, G.-B. (juin 1957), vol. 9, n° 6, p. 203-212, 14 fig.; (juil. 1957), n° 7, p. 243-252, 12 fig. — Caractéristiques générales du projet, description des installations, notamment des barrages en enrochements de Desroches et de Lac Cassé. Etat actuel des travaux. — E. 47941, 48500. CDU 627.8 : 691.2 : 621.311.

Fic BATIMENTS PUBLICS

197-110. Le centre des Télécommunications de Francfort-sur-Main. DUBOURG (L.); *Tech. Trav.*, Fr. (mai-juin 1957), n° 5-6, p. 137-148, 24 fig. — Important groupe de bâtiments de 5 à 14 étages, dont les moins élevés sont à ossature en béton armé sur radier de fondation, et les plus élevés, comprenant une tour de 14 étages, sont à ossature métallique sur pieux Franki. Equipements. — E. 48319. CDU 725.16 : 693.95/7 : 624.153/4.

Fid VOIES DE COMMUNICATION

Fid ja Routes.

198-110. Etude et construction de la route nationale n° 4 à Burgerveen-Rijswijk (Amsterdam-Rotterdam), suivant le programme de 1948 (Ontwerp en aanleg van weg 4 A v.h. Rijksweegenplan 1948 (Amsterdam) Burgerveen-Rijswijk (Rotterdam). WEVER (J.); *Wegen*, Pays-Bas (mars 1957), n° 496, p. 71-91, 39 fig. — Choix du tracé, intersection, étude des sols, terrassements, drainage, pompages, compactage, revêtement en béton. Ouvrages d'art. — E. 47506. CDU 625.7 : 625.711.1 (492).

199-110. Observations complémentaires sur l'emploi de la clothoïde (Ergänzende Bemerkungen zur Anwendungen der Klothoïde bei der Trassierung). LORENZ (H.); *Strasse-Autobahn*, All. (juil. 1957), n° 7, p. 244-246, 8 fig., 4 réf. bibl. — Quelques notes pratiques sur la clothoïde comme courbe de raccordement. Examen de divers cas particuliers. — E. 49022. CDU 625.72/4.

200-110. La base aérienne de Châteauroux. MARTY (P.); *Travaux*, Fr. (juil. 1957), n° 273, p. 373-387, 28 fig. — Description du revêtement en béton de ciment constitué de dalles de 0,4 m d'épaisseur. Problème des joints. Organisation du chantier. — E. 48391. CDU 629.139.1 : 625.84 : 693.5.

201-110. La route en béton (Journée technique de la route à Châteauroux). — *Monit. Trav. publ. Bâtim.*, Fr. (6 juil. 1957), n° 27, p. 41, 43, 45-46, — E. 48889. CDU 625.84.

202-110. Des différents modes de constitution des chaussées dites secondaires. VARLAN (G.); *Rev. gén. Routes Aérodr.*, Fr. (août 1957), n° 307, p. 53-55, 1 fig. — E. 49045. CDU 625.71.21.

203-110. Aménagement d'un carrefour de type exceptionnel, destiné à accélérer la circulation à la Nouvelle Orléans (Unique interchange is designed to speed New Orleans traffic). *Engng News-Rec.*, U. S. A. (11 juil. 1957), vol. 159, n° 2, p. 38-39, 41-42, 4 fig. — Aménagement surélevé à quatre niveaux du croisement de la route du Lac Ponchartrain et de la grande route Ouest-Est donnant accès à l'aéroport. — E. 48861. CDU 625.74 : 624.21.

204-110. La ville et l'autoroute (Stadt und Autobahn). HANKER (R.); *Strasse-Autobahn*, All. (juil. 1957), n° 7, p. 237-243, 22 fig., 8 réf. bibl. — Avantages et inconvénients des différentes possibilités de raccordement d'une autoroute à une grande ville. Les exemples de Boston, Bruxelles, Berlin, Munich et Vienne. — E. 49022. CDU 625.711.3 : 625.74 : 711.432.

205-110. Achèvement du plus grand garage à rampe du Sud (U. S. A.) (South's largest ramp-type parking garage completed). GRIMES (R. O.); *Civ. Engng.*, U. S. A. (fév. 1957), vol. 27, n° 2, p. 42-46, 9 fig. — Description du garage Ten Ten à Houston pouvant contenir 1 500 véhicules. Ossature en béton armé. La

terrasse est aménagée pour recevoir des hélicoptères. Le bâtiment comporte deux niveaux en sous-sol et quatre niveaux au-dessus du rez-de-chaussée. — E. 48591.

CDU 725.38 : 693.95 : 624.15.

206-110. Technique actuelle de lutte contre la glissance des chaussées en hiver. WEHNER (B.); *Rev. gén. Routes Aérodr.*, Fr. (juin 1957), n° 305, p. 77-78, 81-88, 25 fig. — E. 48234.

CDU 625.76 : 620.191.

Fid je Voirie urbaine.

207-110. Les rues des villes (Städtische Strassen). STRAMENTOW (A. E.); Edit.: *Fachbuchverlag*, All. (1956), 1 vol., viii + 581 p., 516 fig., nombr. fig. h.-t. — Voir analyse détaillée B. 2275 au chapitre II « Bibliographie ». — E. 49239.

CDU 625.712 (03).

Fid ji Voies ferrées.

208-110. Connaissances fondamentales sur les traverses de chemin de fer en béton armé (Grundsätzliches zur Betonschwelle). MEIER (H.); *Beton-Stahlbetonbau*, All. (juin 1957), n° 6, p. 129-139, 31 fig. — E. 48242.

CDU 625.142 : 624.012.45/6.

Fid l Ouvrages pour le navigation.

209-110. Les travaux de modernisation du port de Colombo (Ceylan). I. II. (fin). LE BEL (G.); *Construction*, Fr. (juin 1957), t. 12, n° 6, p. 163-173, 24 fig.; (juil. 1957), n° 7, p. 203-210, 11 fig. — Trafic du port. Anciens aménagements. Programme d'aménagements nouveaux. La carrière. Les installations de bétonnage et le chantier de blocs, matériel de mise en œuvre des enrochements et des blocs. — E. 48599, 49078.

CDU 627.3 : 693.5 : 691.2.

210-110. L'écluse Baudouin, nouvelle écluse maritime du port d'Anvers. NOVGORODSKY (L.); *Tech. Trav.*, Fr. (mai-juin 1957), n° 5-6, p. 167-187, 43 fig. — E. 48319.

CDU 627.3 : 626.4 : 693.5.

211-110. Nouveaux quais et appontements construits dans le port de Göteborg (Suède) (Nya hamnbyggen i Göteborg). BERGFELT (A.); *Nordisk Betong*, Suède (1957), n° 2, p. 155-180, 22 fig., 5 réf. bibl. (résumé anglais). — Description de deux appontements et de deux quais. L'un des appontements est fondé sur pieux, l'autre sur caissons. Emploi d'éléments préfabriqués en béton pour la construction d'un des quais. — E. 48034.

CDU 627.33 : 624.155 : 624.157.3.

212-110. Base navale de Recife (Brésil) : La construction du seuil du bassin de radoub n° 1. GALBA de BOSCOLI; *Travaux*, Fr. (juil. 1957), n° 273, p. 388-391, 11 fig. — L'entrée du bassin qui fait l'objet du présent article, d'une ouverture de 32,5 m au plan d'eau, sera réalisée au moyen d'un grand caisson en béton armé de 48 x 8 m, foncé à l'air comprimé. — E. 48391.

CDU 629.128 : 624.157.3.

Fid p Voies aériennes.

213-110. Les aérodromes commerciaux régionaux de l'Algérie. TEULE (E.); *Rev. gén. Routes Aérodr.*, Fr. (juin 1957), n° 305, p. 41-48, 51-54, 15 fig. — E. 48234.

CDU 629.139 (61).

214-110. Etude du projet et conception du nouvel aéroport de Hong Kong (The planning and design of the new Hong Kong airport). GRACE (H.), HENRY (J. K. M.); *Proc. Instn. civ. Engrs*, G.-B. (juin 1957), vol. 7, p. 275-325, 22 fig., 7 fig. h.-t., 6 réf. bibl. — Caractéristiques du projet de cet aéroport destiné à

recevoir les nouveaux avions à réaction de gros tonnage. Les revêtements des pistes seront du type souple et seront calculés pour des charges de 72,5 t du train d'atterrissage. Discussion. — E. 48145.

CDU 629.139.1 : 625.85.

Fif OUVRAGES D'ART

Fif m Ponts.

215-110. L'évolution des ponts métalliques en Belgique au cours des 25 dernières années. WILLEMS (G.), FOUGNIES (R.); *Acier*, Fr. (juin 1957), n° 6, p. 243-256, 33 fig. — Etude d'ensemble portant notamment sur les ponts construits avant la guerre pour le franchissement du canal Albert. Exposé des désordres survenus à des ponts soudés. Description des ouvrages récents : ponts en arc ou à poutres, ponts à travée mobile sur les divers cours d'eau de Belgique. — E. 48322.

CDU 624.21.014.2 (493).

216-110. La construction de ponts métalliques en Tchécoslovaquie examinée du point de vue notamment de la construction mixte et de la construction légère (Der Stahlbrückenbau in der CSR unter Berücksichtigung der Verbundbauweise und des Leichtbaus). SCHINDLER (A.); *Bauplan.-Bautech.*, All. (juin 1957), n° 6, p. 237-243, 19 fig. — Aperçu d'ensemble sur la construction métallique en Tchécoslovaquie après la guerre. Description des ponts métalliques réalisés depuis 1930. Etudes économiques sur la construction des ponts-routes avec emploi de poutres mixtes. Description d'un projet de pont en arc à poutres pleines. — E. 48237.

CDU 624.21.014.2 (437).

217-110. Le pont à péage de Carquinez (U. S. A.). I : Gigantesques travaux de terrassement pour l'aménagement des travées d'accès et emploi de coffrages glissants pour les 47 piles de grande hauteur supportant le tablier. — II : L'ouvrage est caractérisé par des caissons, foncés par havage à grande profondeur, et par une superstructure en acier soudable à haute résistance (Carquinez toll bridge project. I : Record approach cut and use of slip-forms on 47 high interchange piers. II : Bridge features deep-bottom caisson and high-strength weldable steel superstructure). HOLLISTER (L. C.); *Civ. Engng*, U. S. A. (jan. 1957), vol. 27, n° 1, p. 54-57, 7 fig.; (fév. 1957), n° 2, p. 52-55, 7 fig. — Etude des travaux en cours pour la construction du nouveau pont de Carquinez, parallèle à celui construit en 1927. — Caractéristiques des caissons et des piles, de la superstructure ; économies réalisées avec l'acier à haute résistance, avantages du soudage. — E. 45938, 48591.

CDU 624.28.014.25 : 624.157.2 : 693.55.

218-110. Le premier pont en tubes d'aluminium d'Amérique du Nord (North America's first tubular aluminum bridge). JEFFERSON (T. B.); *Weld. Engr.* U. S. A. (juil. 1957), vol. 42, n° 7, p. 29-31, 5 fig. — Pont en tubes d'aluminium soudés d'environ 60 m de long. Brève description. — E. 48888.

CDU 624.28.014.7/25/27.

219-110. Recouvrement d'une tranchée de voie ferrée à Copenhague (Banegravsoverdekning i København). SCHMIDL (J.); *Ingeniøren*, Danm. (15 juin 1957), n° 19, p. 465-474, 17 fig. — Afin de créer un terrain de parking d'autos et d'autobus et d'isoler du bruit des trains les hôtels avoisinants, on a décidé de recouvrir 4 500 m² de tranchée dans la capitale, sans interrompre le passage des trains. La largeur de la tranchée est franchie par des poutres continues en béton précontraint de 40 m de longueur sur deux travées de 23 m et 17 m environ. Description des travaux. — E. 48260.

CDU 624.27.012.46 : 625.712.

220-110. Le pont St-Alban sur le Rhin à Bâle. I. II. III. IV. (fin). (Die St. Alban-Brücke über den Rhein in Basel). AEGERTER (A.), GUYER (R.), OBERHOLZER (O.); *Schweiz. Bauztg*, Suisse (13 juil. 1957), n° 28, p. 441-446, 13 fig.; (20 juil. 1957), n° 29, p. 453-462, 21 fig.; (17 août 1957), n° 33, p. 515-520, 11 fig.; (24 août 1957), n° 34, p. 538-546, 20 fig. — Pont à poutres métalliques continues à travée centrale de 135 m de portée entre deux travées de 57,5 m. Fondations sur caissons. Essais de chargement statique du sol sous caisson. — E. 48767, 48860, 49221, 49313.

CDU 624.27.014.2 : 624.157.2.

221-110. Le nouveau pont d'Ivry sur la Seine (R. N. 19). *Rev. gén. Routes Aérodr.*, Fr. (août 1957), n° 307, p. 29-31, 7 fig. — Pont légèrement en courbe, à poutres métalliques continues, fondé sur pieux battus dans l'argile. — E. 49045.

CDU 624.27.014.2 : 624.155.

222-110. Pont sur la rivière Brenta (province de Padoue) (Punte sobre el rio Brenta). SCHVARCZ (B.); *Inform. Constr. (Inst. tec. Constr. Cimento)*, Esp. (1957), n° 91, p. 562. 35/1-562.35/5, 8 fig. — Brève description, croquis et photographies de ce pont-poutres en béton armé système Gerber, longueur 102 m sur trois travées de 26, 50 et 26 m. Deux articulations sur la travée centrale, à 14 m des piles en forme de W renversé. — E. 48812.

CDU 624.27.012.45.

223-110. Le pont en béton précontraint sur le lac Pontchartrain (E.-U.). 38 km de longueur, 2 232 travées de 17 m. WORONTZOFF (G.); *Tech. Trav.*, Fr. (mai-juin 1957), n° 5-6, p. 159-166, 11 fig. — Caractéristiques techniques de l'ouvrage : tablier en béton précontraint à fils adhérents, préfabriqué par travées entières de 17 m reposant sur des portiques à piles cylindriques également précontraintes. Description du chantier de préfabrication. — E. 48319.

CDU 624.27.012.46 : 69.002.2.

224-110. Achèvement en un temps record du pont en béton franchissant le lac Pontchartrain (U. S. A.) (Concrete bridge across lake Pontchartrain completed in record time). VAN BUREN (M.); *Civ. Engng*, U. S. A. (fév. 1957), vol. 27, n° 2, p. 33-37, 10 fig. — Rappel des caractéristiques de cet ouvrage de 37,2 km de longueur constituant le plus long pont-route du monde. Description des chantiers de préfabrication des éléments en béton armé et précontraint, étude du montage de ces éléments. — E. 48591.

CDU 624.27.012.46 : 624.27.012.3.

225-110. Le pont de Langstone, dans le Hampshire, Angleterre (Langstone bridge, Hampshire, England). EYRE (W. A.); *Ingeniøren*, Danm. (15 juin 1957), n° 19, p. 475-482, 14 fig. — On vient d'inaugurer le nouveau pont à poutres en béton précontraint de Langstone. Ce pont de 290 m de long a coûté 300 millions de francs, et a été réalisé en 20 mois. Il repose sur 170 pieux battus en béton armé. Description des travaux. — E. 48260.

CDU 624.27.012.46 : 624.155.

226-110. Reconstruction du pont « Berliner Brücke » à Wolfsburg (All.) (Neubau der Berliner Brücke in Wolfsburg). TROST (H.); *Beton-Stahlbetonbau*, All. (juil. 1957), n° 7, p. 149-156, 21 fig., 3 réf. bibl. — Pont à poutres en béton précontraint. Travée centrale de 49 m flanquée de chaque côté de deux travées de 47 m et de 11 m de portée. Largeur de la chaussée : 28,7 m. Précontrainte réalisée selon le procédé « Holzmann ». — E. 48796.

CDU 624.27.012.46 : 693.564.

227-110. Construction d'un pont en arc en béton armé à travée unique de 99 m de portée sur la rivière Ladhya à Chalti, Uttar Pradesh (Inde) (Construction of 325 ft single span

reinforced concrete arch bridge over Ladhya river at Chalthi, Uttar Pradesh). MISRA (P. N.); *Ind. Concr. J.*, Inde (mai 1957), vol. 31, n° 5, p. 134-140, 162, 11 fig. — Caractéristiques et mode de construction de ce pont-route en arc à tablier inférieur. — E. 48446.

CDU 624.6.012.45.

228-110. Pont tournant à poutres en porte-à-faux avec dispositif d'enclenchement, dans le port de Copenhague (Unbalanced, interlocked swing girders help span Copenhagen harbor). VEDEL (P.); *World Constr.*, U. S. A. (juin 1957), vol. 10, n° 6, p. 19-23, 13 fig. — Description d'un pont tournant affecté au trafic ferroviaire. Les deux travées tournantes sont constituées de poutres pleines d'une hauteur de 2,4 m; la distance entre pivots est de 50,6 m. L'ouvrage longe un pont basculant affecté au trafic routier. — E. 48524.

CDU 624.8.014.2 : 625.1 : 627.2.

229-110. Applications de l'aluminium aux ponts-routes (Aluminium applications for highway bridges). PICKETT (J. M.); *J. Struct. Div.*, U. S. A. (juil. 1957), vol. 83, n° ST 4 : *Proc. A.S.C.E.*, Pap. 1312, 7 p. — Alliages d'aluminium recommandés ou déjà utilisés pour la construction des ponts-routes. Accessoires en aluminium de plus en plus utilisés sur les ponts classiques. Quelques ponts importants dans lesquels les éléments porteurs principaux sont en aluminium. — E. 49058.

CDU 624.21.02 : 624.014.7.

230-110. La reprise en sous-œuvre des fondations du pont d'Hanweiler a été réalisée sans interruption de la circulation. LOUIS (R. C.); *Ing. Constr.*, Fr. (juil. 1957), n° 7, p. 343-347, 17 fig. — E. 48925. CDU 624.159.4 : 624.21.

231-110. Idée nouvelle pour la réalisation des ponts en béton précontraint de grande portée (An idea for long-span prestressed concrete bridges). VAN WALSUM (E.); *J.A.C.I.*, U. S. A. (mai 1957), vol. 28, n° 11, p. 1057-1065, 11 fig., 9 réf. bibl. — Présentation d'une conception appliquant la précontrainte à des poutres en forme d'hyperboloïde et de paraboloïde hyperbolique, pour des ponts de grande portée. Le problème est examiné d'une façon générale, sans développements mathématiques. — E. 48174.

CDU 624.072.2 : 624.074.7 : 624.21.012.46.

FO INCIDENCES EXTÉRIEURES

Foc Entretien. Réparations.

Comportement des ouvrages.

Déplacement des ouvrages.

232-110. Recherches expérimentales sur la variation du régime d'équilibre d'arcs en béton armé sous l'influence du temps (Ricerche sperimentali sull'influenza del tempo sul regime

statico di archi in calcestruzzo). CORONA (G.); *Ric. sci.*, Ital. (juin 1957), n° 6, p. 1787-1803, 14 fig., 7 réf. bibl. (résumés français, anglais, allemand). — Etude expérimentale du comportement de trois arcs à deux articulations en béton faiblement armé soumis à différentes conditions de sollicitation : effet du retrait, effet d'une charge permanente, effet d'un rapprochement des appuis. Discussion des résultats. — E. 48986.

CDU 624.043 : 624.072.32 : 624.012.45 : 624.075/8.

233-110. Etudes sur l'entretien des routes (Higway maintenance studies). *Nation. Acad. Sci., Nation. Res. Counc.* (publ. n° 490) U. S. A. (1957), *Higway Res. Board Bull.* n° 153, 17 p., 13 fig. — Texte de deux exposés traitant du problème de l'entretien des routes aux États-Unis. Evaluation du coût d'entretien. — E. 48520. CDU 625.76 : 69.003.13.

Fod Modifications. Démolitions.

Désordres. Renforcement.

234-110. La dégradation des couches de base sous l'action conjuguée des intempéries et du trafic lourd. DURRIEU (J.); *Rev. gén. Route Aérodr.*, Fr. (juil. 1957), n° 306, p. 123-128, 131-133, 2 réf. bibl. — E. 48621.

CDU 69.059.22 : 625.73 : 699.83 : 656.

II. — BIBLIOGRAPHIE

Chaque analyse bibliographique donnant le nom et l'adresse de l'éditeur et le prix de vente, les adhérents de l'Institut Technique sont priés de s'adresser directement aux éditeurs ou aux librairies pour se procurer les ouvrages qu'ils désirent acquérir; toutefois pour les ouvrages édités à l'étranger, il est préférable de les commander par l'intermédiaire de librairies spécialisées dans l'importation. Tous renseignements complémentaires seront fournis sur demande par l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, 6, rue Paul-Valéry, Paris-XVI^e.

B-2258. Le projet acoustique en architecture. KNUDSEN (V. O.), HARRIS (C. M.); traduit et adapté par CADIERGUES (R.), MOLES (A.); Edit. : Dunod, 92, rue Bonaparte, Paris, Fr. (1957), 1 vol. (16 × 25 cm), 380 p., 188 fig., F 4 200. — Le présent ouvrage est la traduction de la première édition en langue anglaise parue sous le titre : « Acoustical designing in architecture ». — Il constitue un guide pratique à l'usage des architectes et des étudiants en architecture. — Le livre est divisé en deux parties. Les principes généraux et les méthodes sur lesquels doivent être basés tous les projets acoustiques sont examinés dans les chapitres 1 à 14; les applications spécifiques de ces principes et de ces méthodes sont décrites dans les chapitres 15 à 20. — Ces applications comprennent le projet des auditoriums, des théâtres, des bâtiments scolaires, commerciaux ou publics, des appartements et des hôtels, des églises et des studios de radio, de télévision et d'enregistrement. — E. 49244.

B-2259. Soudure des plastiques. Vol. II — Polyéthylène. HALM (G.); Edit. Dunod, 92, rue Bonaparte, Paris, Fr. (1957), 1 vol. (16 × 25 cm), xviii + 157 p., nombr. fig., traduit de l'anglais par M. MEYER, F 2 250. — (L'analyse du volume I « Généralités », a paru dans notre DT 109 de novembre 1957, article 132, B. 2236). — L'ouvrage traite plus spécialement de la mise en œuvre du polyéthylène pour la fabrication d'objets de grandes dimensions non justiciables de la méthode de moulage par injection. — Renseignements nécessaires au soudeur sur matières plastiques. — Histoire et propriétés du polyéthylène, formes commerciales du polyéthylène. Historique de la soudure des plastiques. Description de l'équipement et de l'opération de soudure. Etude des types de soudures réalisables avec le polyéthylène.

Règles à observer pour l'usinage du polyéthylène. Revêtement de réservoir à l'aide de polyéthylène. Canalisations en polyéthylène. Note sur la mise en place d'une canalisation pour usages généraux. Applications industrielles du polyéthylène. Données pratiques pour le soudeur, prescriptions pour les débutants. — E. 48272.

B-2260. Statique appliquée et résistance des matériaux. T. II : Systèmes hyperstatiques. SRÜSSI (F.); Traduit de l'allemand par R. FOISSY; Edit. : Dunod, 92, rue Bonaparte, Paris, Fr. (1957), 1 vol. (16,5 × 24,5 cm), ix + 287 p., 281 fig., F 3 900. — En partant des bases classiques du calcul des déformations et des méthodes de calcul hyperstatiques : méthodes des forces, méthodes des déformations, l'auteur traite successivement dans le tome II des poutres continues et des arcs à âme pleine, des cadres, des poutres renforcées de diverses manières et des treillis hyperstatiques. — Il montre au lecteur l'intérêt de choisir la méthode de calcul en fonction du type d'ouvrage à étudier et quels avantages et simplifications offrent des méthodes anciennes que certains praticiens ont quelque peu tendance à délaisser pour utiliser des procédés de conception récente dont l'application a pour conséquence, dans d'assez nombreux cas, de parvenir moins rapidement, et d'une manière moins claire, au résultat. — E. 49241.

B-2261. La mécanique des roches appliquée aux travaux publics. TALOBRE (J.); Edit. : Dunod, 92, rue Bonaparte, Paris, Fr. (1957), 1 vol. (16 × 24,5 cm), xx + 444 p., nombr. fig., nombr. réf. bibl. — F 4 800. — L'ouvrage est destiné principalement aux techniciens des travaux publics et rassemble pour la première fois en un corps de doctrine les données expérimentales et théoriques indispensa-

bles à une compréhension correcte du comportement mécanique des roches. — Dans une première partie l'auteur décrit les propriétés des roches et les méthodes de mesure qui permettent de dégager des caractéristiques chiffrées et sûres. — Dans la deuxième partie il expose les relations que l'on peut établir entre les caractéristiques diverses mesurées ainsi que les formules théoriques à la disposition des ingénieurs. — Une troisième partie passe en revue les diverses applications de la mécanique des roches : précision de la résistance et des déformations des fondations, réalisation des forages et des excavations, choix et mode de calcul des soutènements et des revêtements en souterrain, conduites forcées souterraines, réservoirs en charge. — Des exemples et de applications numériques prises sur des cas réels ayant donné lieu à des contrôles de résultats complètent les exposés. — E. 49242.

B-2262. Le calcul des tuyauteries à haute température. Exploitation par les calculatrices électroniques. GAGE (A.); Edit. : Dunod, 92, rue Bonaparte, Paris, Fr. (1957), 1 vol. (21,5 × 27 cm), xvi + 166 p., nombr. fig., F 2 900. — L'ouvrage est divisé en deux parties, l'une théorique, l'autre réservée aux données pratiques. — Partie théorique : généralités concernant les tuyauteries à haute température, étude de la tuyauterie simple à deux ancrages, calcul des tuyauteries plus complexes. — Résolution des systèmes d'équations et utilisation des calculatrices électroniques. Elasticité, dilatation, fixation des tuyauteries, fatigues du métal. — Données pratiques : détermination des moments élastiques et des moments d'inertie, méthode pratique d'établissement des calculs. — E. 48993.

B-2263. Calcul des constructions hyperstatiques par les méthodes de relaxation. Troisième

édition de la méthode de Hardy Cross complétée par la méthode générale de double relaxation et le calcul des ossatures reposant sur des sols compressibles. — ZAYTZEFF (S.); Edit. : Dunod. 92, rue Bonaparte, Paris, Fr. (1957), 1 vol. (15,5 × 24 cm), 330 p., 222 fig., F 2 300. — Alors que la deuxième édition de l'ouvrage se proposait de donner, en langue française, un outil de travail ainsi qu'un livre théorique, équivalents à ceux parus à l'étranger, la troisième édition déborde largement ce cadre; elle donne une méthode nouvelle et très originale qui n'est empruntée à aucune source étrangère. — C'est la méthode « générale de double relaxation » qui est une nouvelle façon d'utiliser les efforts tranchants différentiels dans l'étude des effets de déplacements élastiques, ainsi qu'un mode nouveau d'interprétation des théorèmes fondamentaux de Mohr. — Exposé de la méthode de Cross, applications numériques aux cas élémentaires, application directe et simplifications de la méthode de Cross dans les cas complexes d'ossatures composées de barres à moment d'inertie constant, cas des portiques étagés soumis aux déplacements latéraux, calcul des constructions rigides complexes par la méthode de balancement des moments et sans recours aux forces fictives de fixation. Portiques polygonaux ou à fibre moyenne brisée. Généralités sur les systèmes à travées simples ou multiples, et à traverses brisées ou inclinées. Portiques simples et multiples à traverse parabolique, avec valeur constante de la projection verticale du moment d'inertie. Poutres Vierendeel. Calcul des systèmes comportant des barres à moment d'inertie variable. Bases analytiques de la méthode de Cross, méthode générale de double relaxation. Théorie générale des poutres reposant sur le sol élastique. Lignes d'influence de Fritz et Pasternak. Recommandations concernant les ossatures rigides reposant sur des sols compressibles. — E. 49243.

B-2264. Forages et sondages, leur emploi dans les travaux publics. CAMBEFORT (H.); Edit. : Eyrolles, 61, Bd Saint-Germain, Paris, Fr. (1957), 2^e édit., 1 vol. (16,5 × 24,5 cm), 426 p., 370 fig., F 3 200. — Cet ouvrage a obtenu le 1^{er} février 1955 « le prix du livre technique — Travaux publics » attribué par la Fédération nationale des Travaux publics. — Depuis la première édition de cet ouvrage en 1955, la technique des forages a évolué. — La nouvelle édition diffère de l'ancienne par l'adjonction de nouveaux paragraphes décrivant des procédés à peu près inconnus en France au moment de la première édition. C'est ainsi que la technique du turbo-forage est décrite avec de nombreux détails. — Le « Laterolog » ou encore l'emploi des ondes focalisantes, complète le paragraphe relatif au carottage électrique. — En ce qui concerne les forages exécutés à faible profondeur pour la reconnaissance des sols de fondation, l'auteur, sans entrer dans le détail du mode opératoire, a précisé le domaine d'application du pénétromètre et du Standard Penetration Test. — Enfin un tout nouveau procédé de fondations d'ouvrages est décrit. Il s'agit des parois continues en béton moulé dans le sol; ce procédé constitue la solution la plus économique ou la solution unique pour résoudre certains problèmes, et quelques chantiers très importants l'ont déjà adopté. — *Première partie* : Perforation des roches : Résistance des roches et stabilité des parois des forages. Bases de forage. Perforation des roches. Sondages et sondages. Caractéristiques géométriques des forages. — *Deuxième partie* : Sondages de reconnaissance. Carottage mécanique des roches. Essais d'eau. Détermination du pendage des couches. — *Troisième partie* : Emploi des forages dans les travaux publics. — Travaux de reconnaissance. Liaisons, Terrassements, épuisements, étanchements. Fondations, consolidations. — E. 49573.

B-2265. Pompes et élévateurs de liquides. T. 19. CHAMPLY (R.); Edit. : Librairie Polytechnique Ch. Béranger, 15, rue des Saints-Pères, Paris, Fr. (1950), 1 vol. (12 × 18,5 cm), xxii + 298 p., 251 fig., 13 réf. bibl. — F 400. — Encyclopédie pratique exposant les généralités sur les pompes, et étudiant successivement le calcul des tuyauteries, les essais des pompes, les pertes de charge et débits d'eau, la résistance des tuyauteries et canalisations, et l'alimentation des réservoirs. — Description détaillée des divers types de pompes à piston, rotatives, centrifuges, à incendie et moto-pompes, et des différents types d'élévateurs de liquides. — E. 49156.

B-2266. L'essentiel du chauffage à circulation accélérée et l'abaquage. CLIQUET (R.); Edit. : Chaud-Froid Plomberie, 2 av. du Général-Leclerc, Paris, Fr. (1957), numéro spécial (21 × 26,5 cm), 16 p., 12 fig., 13 fig. h.-t., 40 abaques h.-t., F 700. — Le calcul des installations de chauffage à eau chaude accélérée présente, de l'avis de nombreux installateurs et techniciens, une difficulté certaine, et rares sont les ouvrages qui en exposent le processus, en le mettant à la portée de ceux qui n'ont pas fait d'études mathématiques. — Le présent ouvrage vise à combler cette lacune. Il comporte tout d'abord un abaque donnant immédiatement tous les résultats partiels recherchés, puis une plaquette. La première partie de cette plaquette est consacrée à un exposé de la marche à suivre pour mener à bien le calcul des diamètres; la deuxième partie traite des problèmes suivants : relations ou correspondances pouvant exister entre les diamètres d'un chauffage accéléré et ceux d'un chauffage en circulation naturelle; réalisation des installations dites « mixtes »; détermination d'une accélératrice à disposer sur une installation thermosiphon défectueuse ou paresseuse. — E. 48944.

B-2267. Planchers à dalles pleines (Sols et plafonds). GIRARDIN (M.); Edit. : Chaud-Froid Plomberie, 2 av. du Général-Leclerc, Paris, Fr. (1957), numéro spécial : *Technique et pratique du chauffage par rayonnement*, Cah. n° 2, 1 vol. (21 × 27 cm), 63 p., 7 fig., 16 fig. h.-t., F 3000. — Le procédé de chauffage par rayonnement décrit dans cet ouvrage reste dans le cadre de vulgarisation technique et pratique du chauffage par rayonnement. Quoique volontairement limitée, la partie théorique de l'exposé renseignera suffisamment les techniciens sur le processus de calcul de ce système de chauffage. — Détermination de l'émission calorifique haute et basse des dalles pleines chauffantes, surface de chauffe d'une dalle pleine chauffante sur ses deux faces, méthode de calcul graphique, limites de tolérance dans les températures superficielles des surfaces supérieures et inférieures de la dalle pleine chauffante, élaboration d'un projet de chauffage par rayonnement avec dalle pleine massive; toitures-terrasses chauffantes, mise en œuvre des tubes de chauffage enrobés dans la dalle, dosage et résistance des bétons dans la dalle, bétonnage des dalles, revêtements de sol, enduits de plafond des dalles pleines chauffantes avec surfaces rugueuses, inertie de la dalle pleine. Calcul type des surfaces de chauffe de sol et de plafond avec les planchers chauffants à dalle pleine massive en béton. — E. 48943.

B-2268. Manuel du chauffeur de chaudières. KAMMERER (V.); Edit. : Berger-Levrault, 5, rue Auguste-Comte, Paris, Fr. (1955), 1 vol. (14 × 22 cm), 162 p., 98 fig., F 600. — Caractéristiques des combustibles solides, liquides ou gazeux. Dimensions et calibrage de la houille, étude de la combustion, chargement et conduite des foyers, chauffe aux combustibles liquides. Transmission de la chaleur aux surfaces de chauffe. — Règles à suivre dans la conduite des chaudières du point de vue de la sécurité. Description sommaire des types de chaudières les plus courants. — E. 48992.

B-2269. Traitement thermique des aciers de construction. SOURDILLON (A.); Edit. : Editions de la « Revue d'Optique », 165, rue de Sèvres, 3 et 5, Bd. Pasteur, Paris, Fr. (1957), 2^e édit. rev. et augm., 1 vol. (21 × 27 cm), 361 p., 298 fig., réf. bibl., F 2 000. — *Institut supérieur des Matériaux et de la Construction mécanique*. — Améliorations dues aux traitements thermiques des aciers. Constitution des alliages, influence des traitements. Mécanisme général des traitements thermiques. Modes de décomposition de l'austénite. Trempabilité des aciers. Action de la température sur la structure des aciers. Action de la température sur la constitution et la structure des constituants hors d'équilibre. Phénomènes accompagnant les transformations de revenu. Traitements des aciers de construction ordinaires et spéciaux. Phénomènes particuliers accompagnant les traitements thermiques : déformations, contraintes, tapures. — Recuit des aciers de construction. Traitement thermique de quelques aciers spéciaux doués de propriétés particulières. Traitements superficiels. Recherches pour la surface des pièces d'une haute dureté et d'une résistance élevée. Cémentations métalliques. Exécution des traitements thermiques. Les milieux de chauffe, leur action sur l'état de surface. — Contrôle des pièces traitées thermiquement. — E. 49415.

B-2270. Neuvième Congrès international de mécanique appliquée. — Actes. — T. VIII. — Université de Bruxelles, 50, av. Franklin-Roosevelt, Bruxelles, Belg. (1957), 1 vol. (16 × 24 cm), 505 p., nombr. fig., nombr. réf. bibl. — (textes en français, en anglais et en allemand). — Texte des communications présentées. — Le chapitre XI consacré à la plasticité contient vingt-six rapports; le chapitre XII consacré au fluage et à la fatigue, seize rapports, le chapitre XIII traitant de la photoélasticité, onze rapports. Le chapitre XIV est consacré aux autres techniques expérimentales : extensomètres, résultats d'essais par choc, essai brésilien, et comprend onze exposés. — E. 49464 A.

B-2271. La détermination des limites de propriété et les principes juridiques. (Boundary control and legal principles). BROWN (C. M.); Edit. : John Wiley and Sons, Inc., 440 Fourth Avenue, New-York 16, N. Y., U. S. A. (1957), 1 vol. (14,5 × 21,5 cm), 275 p., fig., 11 réf. bibl., \$ 7.50. — Exposé des principes juridiques qui régissent la détermination des limites des propriétés immobilières aux Etats-Unis, à l'usage des géomètres, ingénieurs, avocats et de toute personne ayant à étudier ou interpréter des contrats de propriétés. La description des opérations techniques est limitée aux considérations essentielles à la compréhension des questions juridiques. — E. 49435.

B-2272. Poussée des terres et murs de soutènement (Earth pressures and retaining walls). HUNTINGTON (W. C.); Edit. : John Wiley and Sons, Inc., 440 Fourth Avenue, New York 16, N. Y., U. S. A. (1957), xv + 534 p., nombr. fig., 74 réf. bibl. — \$ 11.50. — L'ouvrage est destiné principalement aux ingénieurs chargés de l'étude et de la réalisation des murs de soutènement. — Dans l'esprit de l'auteur il doit combler la lacune qui existe souvent entre le calcul des murs de soutènement et la partie de la mécanique des sols qui traite de la poussée des terres et des fondations. — Après un exposé consacré aux notions fondamentales, l'auteur examine successivement la poussée des terres dans le cas de sols pulvérulents et de sols cohérents, puis étudie les fondations et la stabilité des murs de soutènement, expose les principes de calcul, et décrit les divers types de murs de soutènement utilisés dans la pratique. — E. 49238.

B-2273. Tables pour le calcul des conduites d'eau (Tabellen zur Berechnung von Wasserrohrleitungen). MARUNG (H.); Edit. : Springer

Verlag, Reichpietschufer 20, Berlin W. 35, All. (1957), 1 vol. (16,5 × 24,5 cm), 54 p., DM 9.60. — Tables pour le calcul des canalisations circulaires basées sur la formule de Kutter. Les calculs ont été établis pour tous les diamètres courants entre 40 et 500 mm, et pour des débits croissants au rythme de 1 %, ce qui permet d'obtenir une grosse partie des résultats sans interpolation. Ces tables d'emploi très simple, facilitent grandement le travail de l'ingénieur. — E. 49407.

B-2274. **Restaurants, cantines, cafés, bars**, (Gaststätten : Restaurant, Kantine, Cafés Bar). Edit. : *Julius Hoffmann Verlag*, Leuschnerstrasse 44, Stuttgart W., All. (1957), 2^e éditn, 1 vol. (24 × 29,5 cm), 151 p., 297 fig., DM. 38. — L'ouvrage montre à l'aide d'exemples de réalisations soigneusement sélectionnés comment douze architectes réputés de douze pays différents ont résolu les nombreux problèmes posés par la conception et l'aménagement des restaurants d'exposition, restaurants d'hôtel, restaurants gastronomiques, cantines, buffets de gare, snack-bars, et bars, cafés, boîtes de nuit. — Chaque réalisation est représentée par une photographie et un plan avec texte explicatif en allemand, français et anglais. — E. 48921.

B-2275. **Les rues des villes** (Städtische Strassen). STRAMENTOW (A. E.); Edit. : *Fachbuchverlag*, Karl-Heine-Strasse 16, Leipzig W. 31, All. (1956), 1 vol. (16,5 × 23 cm), viii + 581 p., 516 fig., nombr. fig. h.-t., DM. 50. — Important ouvrage, traduit du russe, abondamment illustré, et consacré à la construction et à la conception des rues des villes. — Après un aperçu historique sur l'évolution de la construction des rues, l'auteur traite des revêtements et des fondations des rues et trottoirs, de l'entretien des rues au moyen des machines les plus modernes, des méthodes modernes de tracé et d'exécution de réseaux entiers de rues, du raccordement des autoroutes et routes de grande communication au

réseau urbain. — Destiné aux ingénieurs, techniciens et étudiants, ainsi qu'aux fonctionnaires des services de voirie urbaine, cet ouvrage donne un bon aperçu des méthodes de construction et d'entretien en U. R. S. S. — E. 49239.

B-2276. **Petit dictionnaire de la technique de la construction**. (Das kleine Lexikon der Bautechnik). GRAF (O.), HUBER (W.), KRAUTH (Th.); Edit. : *Union Deutsche Verlagsgesellschaft*, Hohenzollernstrasse 1, Stuttgart, All. (1956), 1 vol. (13 × 19 cm), 1586 p., nombr. fig., DM. 34. — C'est au professeur Otto GRAF qu'a incombé le soin de la préparation de ce dictionnaire et il y a travaillé de nombreuses années, aidé dans sa tâche par des spécialistes réputés. — Le dictionnaire donne une définition claire et précise, parfois accompagné d'un dessin, de tous les termes techniques rencontrés dans les différentes branches de la construction. Il est appelé à rendre de précieux services aux architectes, entrepreneurs, chefs de chantier, ainsi qu'aux maîtres de l'ouvrage, aux étudiants et aux traducteurs. — En annexe figure une nomenclature des normes et projets de normes allemandes relatives à la construction. — E. 49153.

B-2277. **Aimez l'architecture. L'architecture est un cristal** (Amate l'architettura. L'architettura è un cristallo). PONTI (G.); Edit. : *Vitalie e Chianda*, Via Alla Chiesa della Maddalena, 9, Gênes, Ital. (1957), 1 vol. (13,5 × 18,9 cm) 303 p., fig., 10 réf. bibl., L. 2 000. — L'ouvrage est un recueil de pensées, de souvenirs personnels et de considérations générales sur un grand nombre de thèmes tels que l'architecture, expression sociale de la société moderne, l'architecture en tant qu'expression d'une politique, architecture et urbanisme, architecture et religion. — Considérations sur l'évolution récente de l'architecture, notamment en matière de construction de logements. L'architecte en tant qu'artiste. Caractéristiques de constructions de conception moderne, exemples de réalisations. — E. 49382.

B-2278. **La normalisation dans le bâtiment** (L'unificazione nell'edilizia). BIANCHI (T.); Edit. : *Vitalie e Chianda*, Via Alla Chiesa della Maddalena, 9, Gênes, Ital., (1957), 1 vol. (15 × 21 cm), 124 p., 11 fig., L. 1 300. — Deuxième ouvrage d'une collection consacrée à la normalisation. — L'auteur, vice-président de l'U. N. I., organisme italien de normalisation, après avoir insisté sur la nécessité économique et productive de la normalisation dans le bâtiment, en expose plus généralement les avantages; il examine les résultats déjà obtenus et ce qui reste à faire et consacre un chapitre à la coordination modulaire. — Enfin, brièvement, il examine les obstacles qui s'opposent à la normalisation dans le bâtiment, et les remèdes possibles. — E. 49384.

B-2279. **La construction préfabriquée** (Budownictwo wielkoblokowe). OSSOWIECKI (M.). Edit. : *Budownictwo i Architektura*, Varsovie, Pol. (1956), 1 vol. (15,5 × 21 cm), 236 p., nombr. fig., 4 fig., h.-t. — L'ouvrage décrit la construction de bâtiments en éléments préfabriqués de grande dimension, en se basant sur l'expérience de la construction soviétique. Il présente les différents modèles d'éléments employés, les matériaux et les méthodes de fabrication, et étudie en particulier la préfabrication d'éléments de fondations. — Organisation des chantiers et méthodes de montage; avantages techniques et économiques de la préfabrication; exemples de constructions préfabriquées en U. R. S. S. et en Pologne. — E. 45797.

B-2280. **Machines pour la construction** (Byggmaskiner 1957). Edit. : *Svensk Byggtjänst*, Kungsgatan 32, Stockholm C, Suède (1957), 1 vol. (20,5 × 29 cm), 336 p., nombr. fig. — C. zl. 19.60 — Catalogue de matériel de construction de toute nature publié par le Centre suédois d'Information et de Documentation ldu Bâtiment, et établi en collaboration avec des organismes de recherche danois, finlandais, norvégien et l'Association générale des Entrepreneurs de Construction suédois. — E. 49387.

(Reproduction interdite.)

Série : THÉORIES ET MÉTHODES DE CALCUL (28)

CENTRE D'ÉTUDES SUPÉRIEURES

SÉANCE DU 2 OCTOBRE 1956

LES CONTRAINTES VIRTUELLES ET LA SURFACE DE MOINDRE RÉSISTANCE AU GLISSEMENT A L'INTÉRIEUR D'UN MASSIF

par M. **Henri MARCUS**

Conseiller aux Laboratoires Navals de Recherches (U.S.A. Research Laboratory, Washington)
Section de Mécanique théorique et appliquée

Au cours de sa conférence du 2 octobre 1956, au Centre d'Études Supérieures, sur les « Nouveaux aspects des problèmes statiques et dynamiques de résistance des matériaux et des sols », M. Marcus avait présenté, en raison du peu de temps dont il disposait, une revue très succincte des idées qui sont à la base de la méthode des contraintes virtuelles et des résultats obtenus par cette méthode. L'auteur a pensé qu'un tel résumé ne satisferait ni les savants, qui demanderaient une étude précise et complète, ni les ingénieurs qui ont besoin de suivre en détail les calculs afin de pouvoir mieux juger la valeur pratique de la méthode des contraintes virtuelles. Ces considérations l'ont conduit à rédiger un exposé complet du principe des contraintes virtuelles et des exemples de son application à l'analyse de la stabilité des talus, faisant l'objet du présent fascicule, qu'il fera suivre comme indiqué dans son avant-propos d'autres mémoires sur l'étude de nombreux problèmes d'application, tels que ceux qui concernent la stabilité de massifs enclos dans des batardeaux rectangulaires et cellulaires ou prenant appui sur un rideau de palplanches ou sur un mur de soutènement. Ces mémoires feront l'objet de prochaines publications dans les Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics.

INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX PUBLICS
GROUPEMENT POUR L'AVANCEMENT DES MÉTHODES D'ANALYSE
DES CONTRAINTES
(G.A.M.A.C.)

INTRODUCTION

Les études que nous avons poursuivies ces dernières années et dont je vais tracer les grandes lignes, ont pour but de déterminer les facteurs qui gouvernent les différents modes de comportement de corps solides de larges dimensions.

J'ai choisi parmi les nombreux problèmes qui ont été l'objet de nos recherches deux sujets particulièrement intéressants pour les constructeurs.

Le premier est l'effet des conditions de pourtour et du mode de répartition des contraintes de cisaillement sur le rapport des contraintes principales et sur l'ordre de grandeur de l'énergie potentielle absorbée par un massif de section triangulaire constitué par un matériau pulvérulent ou de faible cohésion.

Le deuxième problème est la définition des modes d'équilibre d'un massif ayant comme bordures un plan horizontal et un plan incliné. L'objectif de cette étude est de déterminer la forme des surfaces virtuelles de glissement et la surcharge critique susceptible de provoquer un glissement.

La méthode des contraintes virtuelles, utilisée dans ces deux recherches, est un instrument qui s'est avéré fort utile dans l'étude de nombreux problèmes, tels que ceux qui concernent la stabilité de massifs enclos dans des batardeaux rectangulaires et cellulaires, ou prenant appui sur un rideau de palplanches ou sur un mur de soutènement. J'espère pouvoir bientôt présenter dans un deuxième mémoire les résultats de ces recherches.

NOTATIONS

τ' : contrainte primaire de cisaillement.	r : distance radiale.
τ'' : contrainte secondaire de cisaillement.	ω : angle entre r et le plan vertical.
τ : contrainte totale de cisaillement.	ψ : angle entre r et le plan bissecteur.
σ'_i : contrainte circulaire primaire.	η_i : inclinaison de τ_i par rapport au plan vertical.
σ''_i : contrainte circulaire secondaire.	θ_i : inclinaison de τ_i par rapport à σ_{\min} .
σ_i : contrainte circulaire totale.	θ : inclinaison de σ_{\min} par rapport à σ_i .
σ'_r : contrainte radiale primaire.	α : angle du talus par rapport au plan vertical.
σ''_r : contrainte radiale secondaire.	2β : angle entre le talus et le bord horizontal du massif.
σ_r : contrainte radiale totale.	ρ : angle de repos.
σ_i : contrainte de compression normale à la surface de moindre résistance au glissement.	φ : angle de frottement interne.
τ_i : contrainte de cisaillement tangente à la surface de moindre résistance au glissement.	c : taux de cohésion.
σ_I : contrainte principale minimum de compression.	E : module de Young.
σ_{II} : contrainte principale maximum de compression.	μ : coefficient de Poisson.
λ : rapport entre σ_I et σ_{II} .	

RÉSUMÉ

La méthode présentée dans ce mémoire a pour but de déterminer les contraintes virtuelles qui peuvent exister à l'intérieur d'un massif constitué par un matériau pulvérulent ou de faible cohésion.

1. On a démontré qu'il est possible de trouver par un procédé assez simple et parmi les différents modes d'équilibre, compatibles avec les conditions de pourtour et les charges données, celui qui correspond à un minimum d'énergie potentielle et qui de ce fait serait le moins stable.

2. La connaissance des contraintes principales permet de déterminer la surface de moindre résistance au glissement. Les contraintes normale et tangentielle σ_i , τ_i réparties le long de cette surface sont celles qui correspondent à une valeur maximum de $\frac{\tau}{\sigma}$. Ce rapport varie de point en point, il est différent de la valeur limite $\left(\frac{\tau}{\sigma}\right)_{\max} = \tan \varphi + \frac{c}{\sigma}$ que les calculs conventionnels attribuent à tort à chaque point d'une surface de glissement.

3. Notre méthode permet de vérifier dans quelle mesure les contraintes principales dans la zone la plus proche du talus ou de tout autre surface libre sont compatibles, d'une part avec les propriétés mécaniques du matériau du massif, d'autre part avec les propriétés du stratum sur lequel repose la surface de glissement. On est donc en état de déterminer la surcharge maximum que le massif peut supporter et le poids total de la masse qui serait mise en mouvement si un glissement venait à se produire tout le long de la surface de moindre résistance.

4. Notre méthode permet de vérifier dans quelle mesure les contraintes principales dans la zone la plus proche du talus ou de tout autre surface libre sont compatibles, d'une part avec les propriétés mécaniques du matériau du massif, d'autre part avec les propriétés du stratum sur lequel repose la surface de glissement. On est donc en état de déterminer la surcharge maximum que le massif peut supporter et le poids total de la masse qui serait mise en mouvement si un glissement venait à se produire tout le long de la surface de moindre résistance.

Nous considérons ces données comme le meilleur fondement pour un calcul réaliste de la stabilité et de la sécurité du massif.

SUMMARY

The purpose of the method presented in this paper is to determine the virtual stresses which could exist within a soil body made from a granular material or a material having but a weak cohesion.

1. It will be shown that a rather simple procedure gives the possibility of determining which of the various modes of equilibrium, compatible with the boundary and loading conditions of the considered body, is associated with the least strain energy and would be therefore the least stable.

2. Knowing direction and magnitude of the principal stress we are in a position to determine shape and location of the potential sliding surface, i. e. of the surface along which the sliding resistance is a minimum. The ratio $\frac{\tau_i}{\sigma_i}$ of the tangential stress τ_i to the normal stress σ_i , acting on such a surface is variable and not identical to the limit value $\left(\frac{\tau}{\sigma}\right)_{\max} = \tan \varphi + \frac{c}{\sigma}$, which in the conventional analysis assumed to materialize in each point of a sliding surface.

3. With this new method it is possible to examine to what extent the principal stresses, occurring in the immediate vicinity of the slope or any other surface free from external forces, are compatible as well with the mechanic properties of the material of the fill as with the properties of the supporting body along or below the sliding surface. Furthermore one can determine the bearing capacity of the body in terms of a critical overburden and the weight of the body mass which would come into motion if a sliding would occur along the potential sliding surface.

The results of such an investigation do provide a sound basis for a realistic evaluation of the stability of the slope and the safety of the soil body.

PREMIÈRE PARTIE

RÉSISTANCE D'UN MASSIF DE SECTION TRIANGULAIRE

A. Le choix d'une hypothèse pour la répartition des contraintes de cisaillement

1. Notre premier exemple est le massif de section triangulaire OAB (fig. 1).

Afin de faciliter l'analyse des contraintes nous supposons que toutes les tranches parallèles au plan OAB ont la même épaisseur égale à l'unité de longueur et sont soumises aux mêmes forces. Le problème sera donc traité comme un problème à deux dimensions.

Connaissant la résultante P_{OA} des forces qui agissent sur la face OA et le poids G de la tranche, nous sommes en état de déterminer la grandeur et la direction de la résultante R_{AB} des forces qui agissent sur la base AB et qui doivent équilibrer P_{OA} et G .

De même le rapport entre la poussée P_{OB} exercée sur la face OB d'un mur de soutènement (fig. 2), la réaction R_{AB} de la surface d'appui et le poids propre G du massif OAB est établi dès que la position du point d'application de P_{OB} et la direction de P_{OB} et R_{AB} sont données.

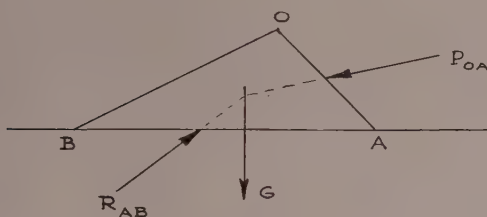


FIG. 1.

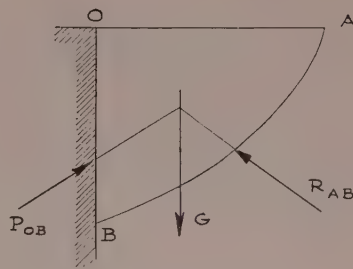


FIG. 2.

Il est évident qu'une méthode aussi sommaire et simpliste a de graves défauts : elle n'apporte aucune information ni sur la distribution des contraintes à l'intérieur du massif, ni sur le mode de répartition des réactions le long de la surface d'appui AB. Ainsi il est donc impossible de reconnaître si par exemple les contraintes de cisaillement sont compatibles avec la nature du matériau ou bien si les contraintes et déformations de la surface AB sont compatibles avec la nature du corps d'appui.

Afin de remédier à cette déficience nous devons serrer le problème de plus près et essayer d'obtenir une image des sollicitations à l'intérieur du massif.

2. L'état de contrainte autour d'un point dont les coordonnées polaires sont la distance r et l'angle ω (fig.3) est défini par trois termes :

une tension radiale σ_r ;
une tension circulaire σ_t ;
et une contrainte de cisaillement τ .

L'équilibre entre ces forces internes et le poids de l'élément GDEF auquel elles sont appliquées est soumis aux deux conditions :

$$\frac{\partial \sigma_t}{\partial \omega} + \tau + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r^2 \tau) = \gamma r \sin \omega \quad (1)$$

$$\frac{\partial}{\partial r} (r \sigma_r) - \sigma_t + \frac{\partial \tau}{\partial \omega} = -\gamma r \cos \omega \quad (2)$$

γ étant le poids spécifique du matériau

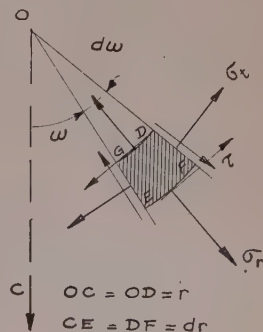


FIG. 3.

Ces deux équations ne suffisent pas pour le calcul des trois composantes τ , σ_r , σ_t . Le problème n'est entièrement déterminé que si nous sommes en état d'ajouter à ces deux conditions une troisième relation entre les contraintes. Le choix de cette relation va fixer l'aspect particulier de la solution du problème.

3. Si nous choisissons comme point de départ le rapport linéaire entre déformations et contraintes qui est la base de la théorie classique de l'élasticité, nous sommes conduits à des équations partielles différentielles entre les déplacements U_r dans le sens du rayon et U_t dans le sens circulaire. La solution de ces équations est fort laborieuse car il est très difficile de l'adapter à la fois aux conditions de pourtour et aux conditions de continuité le long de la surface de contact entre le massif et le corps d'appui.

Les difficultés ne sont pas moindres si nous imposons aux contraintes principales un rapport tel qu'on l'utilise dans la théorie de la plasticité et dont la validité d'ailleurs est douteuse quand il s'agit d'un champ de forces qui n'est pas homogène.

4. Au lieu de restreindre notre choix aux deux hypothèses indiquées ci-dessus nous avons pensé qu'il serait utile de choisir comme point de départ un certain mode de distribution des contraintes de cisaillement. Evidemment ce choix n'est judicieux que si ce mode est compatible avec les conditions de pourtour et de symétrie qui sont imposées à ces contraintes.

Afin de fixer les idées je prends comme exemple un tas de sable dont la section transversale est un triangle isocèle (fig. 4).

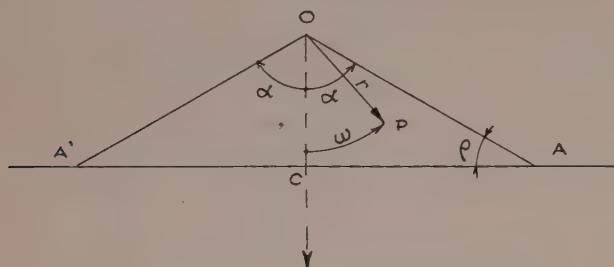


FIG. 4.

Les deux talus OA et OA' étant libres de toute contrainte extérieure, la contrainte τ doit être égale à zéro pour $\omega = \pm \alpha$.

Il en est de même pour $\omega = 0$ en vertu de la symétrie.

Un mode de répartition des contraintes τ tel que

$$\tau' = \tau_a \frac{r}{r_o} \omega \left(1 - \frac{\omega^2}{\alpha^2} \right) \quad (3^a)$$

— (où τ_a est une constante, r_o une longueur utilisée comme terme de comparaison) — est compatible avec ces conditions.

En choisissant ce mode nous suivons en quelque sorte l'exemple classique donné par NAVIER en proposant un certain mode de distribution des contraintes de flexion.

L'intégration des équations (1) et (2) donne la valeur des contraintes normales σ'_t , σ'_r conjuguées avec la contrainte τ . On obtient en effet

$$\sigma'_t = -\gamma r \cos \omega - \frac{3r}{r_o} \left[\tau_a \frac{\omega^3}{2} \left(1 - \frac{\omega^2}{\alpha^2} \right) + \sigma_a \right] \quad (4^a)$$

$$\sigma'_r = -\gamma r \cos \omega - \frac{3}{2} \frac{r}{r_o} \left[\tau_a \frac{\omega^3}{2} \left(1 - \frac{\omega^2}{\alpha^2} \right) + \sigma_a \right] - \frac{1}{2} \tau_a \frac{r}{r_o} \left(1 - \frac{3\omega^2}{\alpha^2} \right) \quad (5^a)$$

(où σ_a est une deuxième constante).

Or σ'_t doit être égal à zéro le long des deux talus $\omega = \pm \alpha$ et par conséquent :

$$\sigma_a = -\gamma \frac{r_o}{3} \cos \alpha - \frac{\tau_a}{4} \alpha^2. \quad (6^a)$$

On voit que les trois contraintes τ' , σ'_t , σ'_r sont des fonctions linéaires de la distance r et qu'elles dépendent à la fois de γ et de τ_a .

La valeur de τ_a peut être déterminée de telle manière que le travail de déformation soit un minimum ou que certaines conditions soient satisfaites ou bien le long du talus $\omega = \pm \alpha$ ou bien le long de la base du triangle.

Si le matériau du massif est dépourvu de toute cohésion ou s'il ne possède qu'une faible cohésion, il faut tenir compte du fait que les contraintes principales σ_{\min} , σ_{\max} sont assujetties à certaines limites telles que

$$\sigma_{\max} (1 - \sin \varphi) - \sigma_{\min} (1 + \sin \varphi) = 2 c \cos \varphi \dots \dots \dots (7)$$

φ : étant l'angle de frottement interne;

c : le taux de cohésion.

On a pour $c = 0$:

$$\frac{\sigma_{\min}}{\sigma_{\max}} \geq \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right) \quad \frac{\sigma_{\max}}{\sigma_{\min}} \leq \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) \quad (8)$$

En appliquant cette condition à notre tas de sable on voit que pour $\omega = \pm \alpha$ la seule valeur de σ_{max} compatible avec une valeur $\sigma_{min} = -\sigma_t$ est $\sigma_{max} = -\sigma_r = 0$. S'il en était autrement le moindre effort de compression suffirait pour produire un flambement du talus.

Nous verrons par la suite quel est le degré de cohésion nécessaire pour maintenir la stabilité lorsque $(\sigma_r) \omega = \pm \alpha$ n'est plus égal à zéro.

En partant de la condition $(\sigma_r) \omega = \pm \alpha = 0$, on obtient :

$$\tau_a = \gamma \frac{r_o}{2} \cos \alpha \quad \text{et} \quad \sigma_o = -\gamma \frac{r_o}{3} \cos \alpha \left(1 + \frac{3}{8} \alpha^2\right) \quad (9^a)$$

Ayant déterminé τ_a et σ_a nous sommes maintenant en état de calculer les contraintes τ , σ_t , σ_r pour chaque point du massif conformément aux équations 3^a, 4^a, 5^a.

5. Si nous choisissons un mode de répartition des contraintes de cisaillement conformément à l'équation

$$\tau' = \tau_b \frac{r}{r_o} \frac{\omega}{\alpha} (\cos \omega - \cos \alpha) \quad (3^b)$$

Nous obtenons par le même procédé :

$$\sigma'_t = -\gamma r \cos \omega - \frac{3r}{r_o} \left[\frac{\tau_b}{\alpha} (\omega \sin \omega + \cos \omega - \frac{1}{2} \omega^2 \cos \alpha) + \sigma_b \right] \quad (4^b)$$

$$\left. \begin{aligned} \sigma'_r &= -\gamma r \cos \omega - \frac{3}{2} \frac{r}{r_o} \left[\frac{\tau_b}{\alpha} (\omega \sin \omega + \cos \omega - \frac{1}{2} \omega^2 \cos \alpha) + \sigma_b \right] \\ &\quad - \frac{1}{2} \frac{r}{r_o} \frac{\tau_b}{\alpha} (\cos \omega - \cos \alpha - \omega \sin \omega) \end{aligned} \right\} \quad (5^b)$$

les conditions de pourtour étant satisfaites pourvu que :

$$\tau_b = \gamma r_o \cotg \alpha \quad \sigma_b = -\gamma r_o \cos \alpha \left[\frac{4}{3} + \frac{\cotg \alpha}{\alpha} \left(1 - \frac{\alpha^2}{2}\right) \right] \quad (6^b)$$

6. — Enfin un troisième mode est caractérisé par les contraintes.

$$\tau' = \tau_c \frac{r}{r_o} \omega \left(1 - \frac{\omega^4}{\alpha^4}\right) \quad (3^c)$$

$$\sigma'_t = -\gamma r \cos \omega - \frac{3r}{r_o} \left[\tau_c \omega^2 \left(1 - \frac{\omega^4}{3\alpha^4}\right) + \sigma_c \right] \quad (4^c)$$

$$\sigma'_r = -\gamma r \cos \omega - \frac{3}{2} \frac{r}{r_o} \left[\tau_c \left(1 + \frac{3}{2} \omega^2 - \frac{5\omega^4}{\alpha^4} - \frac{1}{2} \frac{\omega^6}{\alpha^6}\right) + 3\sigma_c \right] \quad (5^c)$$

et par les constantes

$$\tau_c = \frac{1}{4} \gamma r_o \cos \alpha \quad \sigma_c = -\gamma \frac{r_o}{4} \cos \alpha \left(1 + \frac{\alpha^2}{3}\right). \quad (6^c)$$

7. Choisissons comme exemple un talus ayant une pente $\alpha = 60^\circ$, c'est-à-dire un angle de repos

$$\rho = \frac{\pi}{2} - \alpha = 30^\circ.$$

a) La valeur des contraintes qui correspondent aux formules 3^a, 4^a, 5^a est indiquée dans le tableau I. On y trouve aussi la valeur des contraintes principales σ_I , σ_{II} ainsi que le rapport $\frac{\sigma_I}{\sigma_{II}} = \lambda$.

La répartition des contraintes est illustrée par la figure 5.

b) Le tableau II donne les valeurs des contraintes calculées d'après les formules 3^b, 4^b, 5^b.

c) Le tableau III indique les valeurs basées sur les formules 3^c, 4^c, 5^c.

On voit que dans chaque mode les contraintes principales σ_I , σ_{II} , ont leur valeur maximum pour $\omega = 0$,

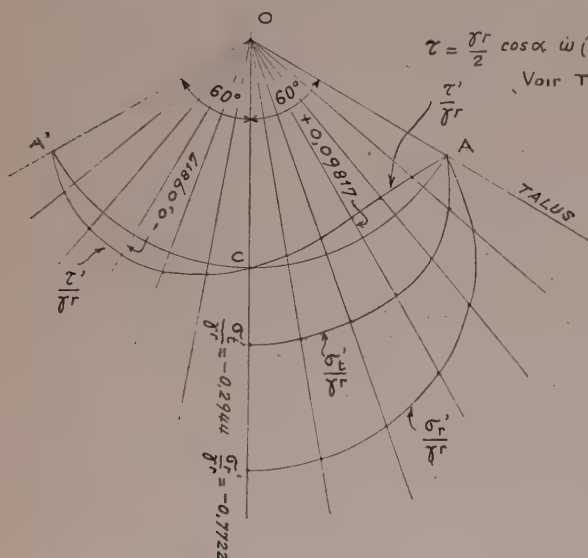
De même que la contrainte maximum de cisaillement $\frac{\sigma_I - \sigma_{II}}{2}$. Le rapport λ décroît aussi au fur et à mesure que ω augmente.

Les valeurs σ_I et σ_{II} sont pour le mode A sensiblement égales aux valeurs correspondantes du mode B. On notera que la somme des contraintes principales est à peu près la même pour les trois modes tandis que la différence $\sigma_I - \sigma_{II}$ a pour le mode C une valeur égale environ à 80 % de la valeur correspondante des modes A et B.

TABLEAU I
 CONTRAINTES PRIMAIRES DU MODE A (Équations 3^a, 4^a, 5^a)

Pente $\rho = 30^\circ$ $\alpha = 60^\circ$ $\tau = \frac{\omega}{2} \left(1 - \frac{\omega^2}{\alpha^2}\right) \gamma r \cos \alpha$

ω	$\frac{\tau'}{\gamma r}$	$\frac{\sigma'_I}{\gamma r}$	$\frac{\sigma'_r}{\gamma r}$	$\sigma'_I = -\sigma_{\min}$	$\sigma'_{II} = -\sigma_{\max}$	$\lambda = \frac{\sigma'_I}{\sigma'_{II}}$
0	0	-0,29440	-0,77220	0,29440 γr	0,77220 γr	0,3812
10°	0,04303	-0,29048	-0,75222	0,28651 γr	0,75619 γr	0,3789
20°	0,07757	-0,27725	-0,69180	0,26320 γr	0,70586 γr	0,3729
30°	0,09817	-0,25039	-0,58946	0,22046 γr	0,61579 γr	0,3639
40°	0,09696	-0,20168	-0,44284	0,16751 γr	0,47681 γr	0,3513
50°	0,06666	-0,12361	-0,24778	0,09461 γr	0,27678 γr	0,3418



Si l'on considère l'angle de repos ρ comme égal à l'angle φ on a : $\lambda_{\min} = \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\rho}{2} \right) = \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\alpha}{2} \right) = 0,3333$.

On voit que dans les trois modes λ est supérieur à λ_{\min} dans tout le secteur $-\frac{5}{6}\alpha < \omega < \frac{5}{6}\alpha$, mais que dans le voisinage immédiat du talus la valeur de λ est indéterminée parce que les deux contraintes principales ont des valeurs qui tendent vers zéro. La stabilité de cette zone serait aléatoire même pour $\rho < \varphi$ si un minimum de cohésion ne suffisait pour maintenir l'équilibre.

 FIG. 5. — Répartition des contraintes primaires (mode A)
 pente $\rho = 30^\circ$ $\alpha = 60^\circ$

 TABLEAU II
 CONTRAINTES PRIMAIRES DU MODE B (Équations 3^b, 4^b, 5^b)

Pente $\rho = 30^\circ$ $\alpha = 60^\circ$ $\tau = \frac{\omega}{\alpha} (\cos \omega - \cos \alpha) \gamma r \cotg \alpha$

ω	$\frac{\tau'}{\gamma r}$	$\frac{\sigma'_I}{\gamma r}$	$\frac{\sigma'_r}{\gamma r}$	$\frac{\sigma'_I}{\gamma r}$	$\frac{\sigma'_{II}}{\gamma r}$	$\lambda = \frac{\sigma'_I}{\sigma'_{II}}$
0	0	-0,28044	-0,77805	+0,28044	0,77805	0,3604
10°	0,04665	-0,27765	-0,75652	+0,27046	0,76011	0,3605
20°	0,08462	-0,26746	-0,69187	+0,28120	0,70812	0,3547
30°	0,10586	-0,24454	-0,58402	+0,21435	0,61422	0,3490
40°	0,10240	-0,20019	-0,43276	+0,16232	0,47063	0,3449
50°	0,06870	-0,12310	-0,23807	+0,09108	0,27018	0,3371

TABLEAU III
 CONTRAINTES PRIMAIRES DU MODE C (Équations 3^e, 4^e, 5^e)

$$\text{Pente } \rho = 30^\circ \quad \alpha = 60^\circ \quad \tau = \gamma r_0 \cos \alpha \omega \left(1 - \frac{\omega^4}{\alpha^4}\right).$$

ω	$\frac{\tau'}{\gamma r}$	$\frac{\sigma'_t}{\gamma r}$	$\frac{\sigma'_r}{\gamma r}$	$\frac{\sigma'_t}{\gamma r}$	$\frac{\sigma'_n}{\gamma r}$	λ
0	0	— 0,36292	— 0,74396	— 0,36292	0,74396	0,4878
10°	0,02180	— 0,35360	— 0,73106	— 0,35248	0,35248	0,4314
20°	0,04309	— 0,32537	— 0,69117	— 0,32036	0,69618	0,4602
30°	0,06136	— 0,27929	— 0,61563	— 0,26845	0,62647	0,4285
40°	0,07003	— 0,21432	— 0,49096	— 0,19761	0,50767	0,3892
50°	0,05648	— 0,12555	— 0,29596	— 0,10853	0,31299	0,3467

B. Contraintes primaires et secondaires

1. Les calculs précédents ont servi uniquement à démontrer que l'on peut déterminer des modes de contrainte compatibles à la fois avec les conditions d'équilibre, les conditions de pourtour ($\sigma_r = \sigma_t = \tau = 0$ pour $\omega = \pm \alpha$), les conditions de symétrie et la condition de stabilité qui caractérise la résistance au cisaillement du matériau.

Chacun de ces modes représente une solution particulière des équations d'équilibre, c'est-à-dire un système de contraintes qui sont virtuellement possibles et que nous appelons contraintes virtuelles afin de les distinguer des contraintes réelles.

Examinons maintenant dans quelle mesure la connaissance de ces contraintes virtuelles peut être utile.

En choisissant un mode de répartition des contraintes de cisaillement nous avons transformé un système qui a une hyperstaticité infinie en un système isostatique au moyen d'un procédé tout à fait analogue à celui qui consiste à traiter une poutre reposant sur de multiples appuis comme si elle avait un certain nombre de rotules ou comme si les moments de flexion avaient dans un certain nombre de sections la valeur limite admise dans les calculs de plasticité.

Appelons F_i la contrainte principale ou une combinaison des contraintes principales qui est la plus défavorable pour un mode de comportement du massif caractérisé par un mode τ_i de distribution des contraintes de cisaillement. Si nous parcourons une gamme de solutions entre un comportement purement élastique et un comportement purement plastique, nous trouvons que la valeur particulière F_i figure entre deux limites c'est-à-dire que

$$F_{\min} < F_i < F_{\max}.$$

Or si les charges imposées au massif sont telles qu'un premier glissement se produit d'abord dans une zone de moindre résistance ce glissement donne lieu à une redistribution des contraintes. Un second glissement va de même être arrêté par une seconde réadaptation. Ainsi nous avons une séquence de transformations, de transitions d'un mode d'équilibre à un autre mode jusqu'à la rupture définitive.

Notons que les conditions imposées aux contraintes virtuelles ont pour effet de resserrer la marge entre les deux limites F_{\min} , F_{\max} dans une telle mesure que la différence entre la contrainte réelle et la contrainte virtuelle ne peut pas être considérable. C'est pour cette raison que des ingénieurs aussi éminents que M. FREYSSINET n'attachent pas trop d'importance à un calcul exact des ouvrages hyperstatiques. Ils estiment que si un mode quelconque d'équilibre ne comporte aucune contrainte excessive en aucun point de l'ouvrage, ce mode va se réaliser au cours d'une redistribution des contraintes et que par conséquent on ne peut commettre une grave erreur en basant sur ce mode le calcul des dimensions de l'ouvrage.

2. Nous n'avons examiné jusqu'ici que des solutions particulières des équations d'équilibre exprimées en termes de γ et α .

On peut ajouter aux contraintes primaires τ' , σ'_t , σ'_r définies par telle ou telle solution particulière un système de contraintes « secondaires » définies par les équations homogènes.

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \sigma'_t}{\partial \omega} + \tau'' + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r^2 \tau'') &= 0 \\ \frac{\partial}{\partial r} (r \sigma'_r) - \sigma'_t'' + \frac{\partial \tau''}{\partial \omega} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Ces équations sont satisfaites par les valeurs

$$\left. \begin{aligned} \tau'' &= \bar{\tau}_n \frac{r}{r_0} \frac{\omega}{\alpha} (\cos v\omega - \cos v\alpha) \\ \sigma_t'' &= -\frac{3r}{r_0} \left[\frac{\bar{\tau}_n}{\alpha} \frac{v\omega \sin v\omega + \cos v\omega - \frac{1}{2} v^2 \omega^2 \cos v\alpha}{v^2} + \bar{\sigma}_n \right] \\ \sigma_r'' &= \frac{1}{2} \sigma_t'' - \frac{1}{2} \frac{r}{r_0} \frac{\bar{\tau}_n}{\alpha} (\cos v\omega - \cos v\alpha - v\omega \sin v\omega). \end{aligned} \right\} \quad (11)$$

Elles sont compatibles avec les trois conditions de pourtour

$$\left. \begin{aligned} \tau'' = \sigma_t'' = \sigma_r'' &= 0 \quad \text{pour} \quad \omega = \pm \alpha \\ v &= n \frac{\pi}{\alpha} \quad n = 1, 2, 3, \\ \bar{\sigma}_n &= -\bar{\tau}_n \frac{\cos v\alpha}{v\alpha} \left(\frac{1}{2} v\alpha^2 - 1 \right). \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

En ajoutant les contraintes secondaires aux contraintes primaires on obtient pour les contraintes totales les équations :

$$\left. \begin{aligned} \tau &= \tau' + \tau'' = \tau' + \frac{r}{r_0} \Sigma_n \bar{\tau}_n f_n(\omega) \\ \sigma_t &= \sigma_t' + \sigma_t'' = \sigma_t' + \frac{r}{r_0} \Sigma_n \bar{\tau}_n g_n(\omega) \\ \sigma_r &= \sigma_r' + \sigma_r'' = \sigma_r' + \frac{r}{r_0} \Sigma_n \bar{\tau}_n h_n(\omega) \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

où :

$$\left. \begin{aligned} f_n(\omega) &= \frac{\omega}{\alpha} (\cos v\omega - \cos v\alpha) \\ g_n(\omega) &= -3 \left[\frac{\omega}{\alpha} \sin v\omega - \frac{1}{v} \frac{\cos v\alpha}{v\alpha} \left(1 - \frac{\cos v\omega}{\cos v\alpha} \right) + \frac{1}{2} \alpha \left(1 - \frac{\omega^2}{\alpha^2} \right) \cos v\alpha \right] \\ h_n(\omega) &= \frac{1}{2} g_n(\omega) - \frac{\cos v\omega - \cos v\alpha - v\omega \sin v\omega}{2\alpha} \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

Si nous donnons par exemple à v la valeur $v_1 = \frac{\pi}{\alpha} = 3$

et à $\frac{\sigma_1}{\tau_1}$ la valeur $\frac{1}{3\pi} \left(\frac{\pi^2}{2} - 1 \right)$

nous obtenons pour f_1, g_1, h_1 c'est-à-dire pour $\tau'', \sigma_t'', \sigma_r''$ les valeurs indiquées dans le tableau IV.

TABEAU IV

CONSTRAINTES SECONDAIRES DU PREMIER MODE
(Équation 11)

$$\tau'' = \frac{r}{r_0} \bar{T}_1 f_1(\omega) \quad \sigma_t'' = \frac{r}{r_0} \bar{T}_1 g_1(\omega) \quad \sigma_r'' = \frac{r}{r_0} \bar{T}_1 h_1(\omega).$$

ω	$f_1(\omega)$	$g_1(\omega)$	$h_1(\omega)$
0	0	+ 0,93481	— 0,48787
10°	+ 0,31101	+ 0,84981	— 0,34102
20°	+ 0,5	+ 0,63015	+ 0,03190
30°	+ 0,5	+ 0,35979	+ 0,045243
40°	+ 0,33333	+ 0,13599	+ 0,69259
50°	+ 0,11164	+ 0,02069	+ 0,37115

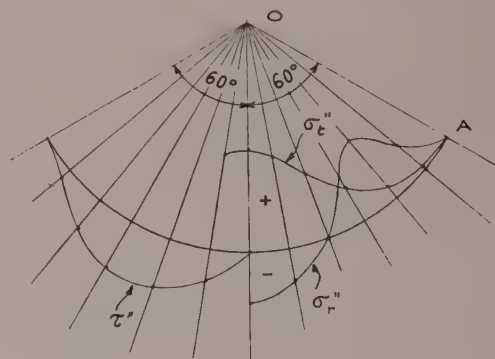


FIG. 6. — Répartition des contraintes secondaires du premier mode
(voir tableau IV)

penne $\rho = 30^\circ$ $\alpha = 60^\circ$

La répartition des contraintes est illustrée par la figure 6.

Elle montre que τ'' et σ_t'' ont le même signe dans tout le secteur $0 < \omega < \alpha$, tandis que les contraintes σ_r'' changent de signe.

On notera par ailleurs que les forces τ'' , σ_r'' appliquées le long d'une surface cylindrique de rayon r s'équilibrent elles-mêmes.

Chacune des valeurs v_1, v_2, v_3 correspond à un mode de contraintes telles que les réactions de la surface d'appui forment un système de forces en équilibre.

3. Le fait de pouvoir disposer d'une gamme de contraintes secondaires nous permet d'adapter la solution du problème à des conditions complémentaires. Encore faut-il que le choix de ces conditions soit judicieux.

Comme toute forme de sollicitation est liée à certaines déformations, on peut se demander dans quelle mesure les déformations qui correspondent aux contraintes virtuelles τ, σ_t, σ_r sont compatibles avec la loi qui régit le rapport entre contraintes et déformations du matériau.

Si ce matériau obéit à la loi de HOOKE, la condition de compatibilité exige que :

$$\left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \omega^2} \right) (\sigma_r + \sigma_t) = 0.$$

Dans notre cas le problème consiste à trouver un système de valeurs τ_1, τ_2, τ_3 telles que la valeur

$$\int_{r_0=0}^{r=r_0} \int_{\omega=-\alpha}^{\omega=+\alpha} \left[\left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \omega^2} \right) \frac{r}{r_0} (\sigma_r + \sigma_t) \right]^2 r dr d\omega$$

soit réduite à un minimum. Cela signifie que le terme :

$$\sigma_o = \frac{r}{r_0} \left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \omega^2} \right) (\sigma_r + \sigma_t)$$

doit satisfaire les équations

$$\int_{r=0}^{r=r_0} \int_{\omega=-\alpha}^{\omega=+\alpha} \sigma_o \frac{\partial \sigma_o}{\partial \tau_n} r dr d\omega = 0$$

pour $n = 1, 2, 3$.

C'est ainsi que l'on obtient un système d'équations linéaires entre $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \dots$

C. Travail de déformation et stabilité

1. Un autre critère, bien plus important que la condition de compatibilité, est le travail de déformation, c'est-à-dire l'énergie potentielle qui correspond à chaque état d'équilibre.

La densité de l'énergie, c'est-à-dire l'énergie absorbée par l'unité de volume a une valeur

$$e = \frac{1}{2E} \left[\frac{\mu^2 - 1}{\mu^2} (\sigma_r + \sigma_t)^2 - 2 \left(\frac{1 + \mu}{\mu} \right) (\sigma_r \sigma_t - \tau^2) \right] \quad (15)$$

E et μ étant respectivement le module d'élasticité et le coefficient de Poisson qui correspondent aux contraintes σ_r, σ_t, τ .

L'énergie totale accumulée dans le secteur limité par une surface cylindrique de rayon r et ayant une épaisseur égale à l'unité de longueur est

$$W = \int_{r=0}^{r=r_0} \int_{\omega=-\alpha}^{\omega=+\alpha} \frac{1}{2E} \left[\frac{\mu^2 - 1}{\mu^2} (\sigma_r + \sigma_t)^2 - 2 \left(\frac{1 + \mu}{\mu} \right) (\sigma_r \sigma_t - \tau^2) \right] r dr d\omega \quad (16)$$

On peut démontrer que

$$\begin{aligned} \sigma_r + \sigma_t &= \sigma_I + \sigma_{II} \\ \sigma_r \sigma_t - \tau^2 &= \sigma_I \cdot \sigma_{II} \end{aligned}$$

(σ_I et σ_{II} étant les contraintes principales) et qu'en particulier pour $\mu = 2$:

$$W = \frac{3}{8} \int_{r=0}^{r=r_0} \int_{\omega=-\alpha}^{\omega=+\alpha} \frac{(\sigma_{II} - \sigma_I)^2}{E} r dr d\omega \quad (17)$$

2. — Si l'on choisit pour E une valeur moyenne et constante E_0 l'équation 17 donne :

$$W_A = \frac{3}{16} \gamma^2 \frac{r_0^4}{E_0} \times 2,45185 \text{ pour le mode A,}$$

$$W_B = \frac{3}{16} \gamma^2 \frac{r_0^4}{E_0} \times 2,58258 \text{ pour le mode B,}$$

$$W_C = \frac{3}{16} \gamma^2 \frac{r_0^4}{E_0} \times 1,87655 \text{ pour le mode C,}$$

tandis que la valeur de $\frac{\sigma_I}{\sigma_{II}}$ est :

$\lambda_A^* = 0,3612$ pour le mode A,

$\lambda_B^* = 0,3686$ pour le mode B,

$\lambda_C^* = 0,3067$ pour le mode C.

Ces résultats montrent que le travail nécessaire pour modifier un état d'équilibre est d'autant plus faible que la différence $\sigma_{II} - \sigma_I$ est plus petite et que λ est plus grand.

Ainsi donc les modes d'équilibre les plus stables sont ceux qui se sont matérialisés après avoir absorbé la plus grande énergie de déformation et qui ont la plus faible valeur de λ^* .

3. On peut déterminer le mode d'équilibre le moins stable en posant comme condition que W soit un minimum. Cela signifie que les constantes τ_1, τ_2, τ_3 , doivent suffire aux équations

$$\frac{\partial W}{\partial \tau_1} = \frac{\partial W}{\partial \tau_2} = \frac{\partial W}{\partial \tau_3} = \dots = 0 \quad (18)$$

Le calcul de ces constantes au moyen de n équations linéaires entre n constantes $\tau_1, \tau_2, \tau_3 \dots \tau_n$ est un procédé tout à fait analogue de la méthode de Ritz.

L'application de cette méthode a montré que dans la plupart des cas il suffit de tenir compte uniquement du premier terme, dont la valeur est déterminée par la formule

$$\tau_1 = - \frac{\int_0^{r_0} \int_{-\alpha}^{+\alpha} [(\sigma_r' + \sigma_t') (h_1 + g_1) - \frac{\mu}{\mu-1} (\sigma_r' g_1 + \sigma_t' h_1 - 2\tau_1' f_1)] r dr d\omega}{\int_0^{r_0} \int_{-\alpha}^{+\alpha} [(h_1 + g_1)^2 - \frac{2\mu}{\mu-1} (h_1 g_1 - f_1^2)] r dr d\omega} \quad (19)$$

Cette formule donne

$\tau_1 = -0,24696 \gamma r_0$ pour le mode A.

$\tau_1 = -0,17304 \gamma r_0$ pour le mode C.

Nous avons calculé les contraintes secondaires $\tau'', \sigma_t'', \sigma_r''$ qui correspondent à ces valeurs de τ_1 . En les ajoutant aux contraintes primaires $\tau', \sigma_r', \sigma_t'$ nous avons obtenu les contraintes totales indiquées dans le tableau V.

TABLEAU V

CONSTRAINTES TOTALES POUR UNE PENTE $\rho = 30^\circ$, $\alpha = 60^\circ$

ω	$\frac{\tau' + \tau''}{\gamma r_0}$		$\frac{\sigma_t' + \sigma_t''}{\gamma r_0}$		$\frac{\sigma_r' + \sigma_r''}{\gamma r_0}$		$\left(\frac{\sigma_{II} - \sigma_I}{\gamma r}\right)^2$	
	MODE A	MODE C	MODE A	MODE C	MODE A	MODE C	MODE A	MODE C
0°	—	—	— 0,52926	— 0,52468	— 0,65172	— 0,65954	0,01500	0,01945
10°	— 0,03378	— 0,03202	— 0,50035	— 0,50065	— 0,66800	— 0,67205	0,03267	0,03348
20°	— 0,04591	— 0,04343	— 0,43287	— 0,43441	— 0,69968	— 0,69669	0,07962	0,07633
30°	— 0,02531	— 0,02516	— 0,33924	— 0,34155	— 0,70119	— 0,69392	0,13357	0,12669
40°	+ 0,01464	+ 0,01235	— 0,23526	— 0,23785	— 0,61435	— 0,61127	0,14457	0,14005
50°	+ 0,03909	+ 0,03710	— 0,12781	— 0,12913	— 0,33944	— 0,36018	0,05052	0,05890

$$W_A = 1,33042, W_C = 1,32849 \times \frac{3}{16} \gamma_0^2 r^4 \frac{\alpha}{18}$$

Ces résultats prouvent que, quel que soit le mode choisi pour les contraintes primaires, les contraintes secondaires correspondantes ont une telle valeur qu'en fin de compte les contraintes totales sont pratiquement identiques pour tous les modes.

Ces contraintes sont associées à des contraintes principales σ_I, σ_{II} dont la contribution au travail de déformation est une fonction du terme

$$\frac{(\sigma_{II} - \sigma_I)^2}{E_c}$$

Le tableau montre que ce terme a pour les deux modes A et C sensiblement la même valeur et que l'écart entre l'énergie potentielle W_A et l'énergie potentielle W_C est insignifiant.

II. DEUXIÈME PARTIE

CALCUL DES CONTRAINTES VIRTUELLES A L'INTÉRIEUR D'UN MASSIF LIMITÉ
PAR UN PLAN HORIZONTAL ET UN PLAN INCLINÉ

Le but de l'analyse très succincte qui va suivre est d'obtenir une image de la répartition des contraintes dans un massif ayant comme bordure un plan incliné OA et un plan horizontal OB (fig. 7) et de nous rendre compte ainsi des facteurs qui affectent la stabilité du talus.

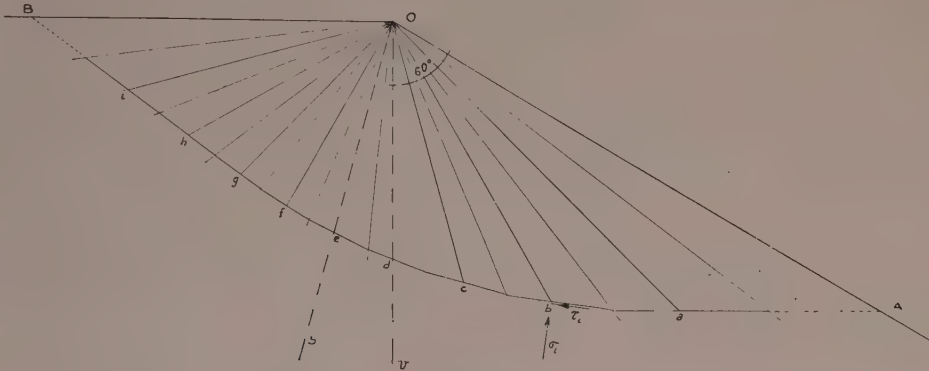


FIG. 7.

A. Équations d'équilibre

1. La position d'un point P situé dans le plan OP est définie par la distance $\overline{OP} = r$ et l'angle ψ entre ce plan et la bissectrice OS, ou bien par l'angle ω entre OP et le plan vertical OD, le rapport entre ψ , et l'angle $OAM = OMB = \beta$ étant défini par la formule

$$\psi - \omega = \frac{\pi}{2} - \beta. \quad (21)$$

L'équilibre entre les contraintes τ , σ_t , σ_r et le poids propre du massif est soumis aux deux conditions :

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \sigma_t}{\partial \psi} + \tau + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r^2 \tau) &= \gamma r \sin \omega = r (\gamma' \sin \psi - \gamma'' \cos \psi) \\ \frac{\partial}{\partial r} (r \sigma_r) - \sigma_t + \frac{\partial \tau}{\partial \psi} &= -\gamma r \cos \omega = -r (\gamma' \cos \psi + \gamma'' \sin \psi) \end{aligned} \right\} \quad (22)$$

où

$$\gamma' = \gamma \sin \beta \quad \gamma'' = \gamma \cos \beta.$$

Un mode de distribution des contraintes de cisaillement, adapté aux conditions $\tau = 0$ pour $\psi = \pm \beta$ est décrit par la formule :

$$\tau = \frac{r}{r_0} \left[\tau_a' \frac{\psi}{\beta} (\cos \psi - \cos \beta) + \tau_a'' (\cos \psi - \cos \beta) + \tau_a''' \left(1 - \frac{\psi^2}{\beta^2} \right) \right] \quad (23^a)$$

τ_a' , τ_a'' , τ_a''' , étant des constantes.

L'intégration des équations (22) donne :

$$\sigma_t = -r (\gamma' \cos \psi + \gamma'' \sin \psi) - \frac{3r}{r_0} \left\{ \left[\frac{\tau_a'}{\beta} (\psi \sin \psi + \cos \psi) - \frac{\psi^2}{2} \cos \beta + \sigma_a' \right] + \tau_a'' (\sin \psi - \psi \cos \beta) + \tau_a''' \psi \left(1 - \frac{\psi^2}{3\beta^2} \right) \right\} \quad (23^b)$$

$$\sigma_r = -\frac{r}{2} (\gamma' \cos \psi + \gamma'' \sin \psi) + \frac{1}{2} \sigma_t - \frac{1}{2} \frac{r}{r_0} \left[\frac{\tau_a}{\beta} (\cos \psi - \cos \beta - \psi \sin \beta) - \tau_a'' \sin \psi - 2 \tau_a''' \frac{\psi}{\beta^2} \right] \quad (23^c)$$

σ_a étant une quatrième constante.

2. Si le massif est libre de toute force extérieure, les conditions de pourtour sont :

$$\tau = \sigma_r = 0 \quad \text{pour} \quad \psi = \pm \beta$$

Une condition supplémentaire pour un matériau dépourvu de toute cohésion exige que $\sigma_r = 0$ pour $\psi = \pm \beta$.

Toutes ces conditions sont satisfaites pourvu que :

$$\left. \begin{aligned} \tau'_0 \left[\beta \sin \beta + \left(1 - \frac{\beta^2}{2} \right) \cos \beta \right] + \sigma_0 &= -\gamma' \frac{r_0}{3} \cos \beta \\ \tau'_0 (\sin \beta - \beta \cos \beta) + \frac{2}{3} \beta \tau'_0 &= -\gamma' \frac{r_0}{3} \sin \beta \\ \tau'_0 \sin \beta - \gamma' \tau_0 \cos \beta &= 0 \\ \tau'_0 \sin \beta + \frac{2\tau_0}{\beta} &= \gamma' \tau_0 \sin \beta \end{aligned} \right\} \quad (24)$$

3. — On peut démontrer aisément que l'effet d'une surcharge uniforme p , appliquée sur la surface horizontale (33) peut être représentée par des contraintes virtuelles

$$\left. \begin{aligned} \tau &= \tau_0 \cos \psi + \tau'_0 \left(1 - \frac{\psi^2}{\beta^2} \right) \\ \sigma_r &= -\frac{1}{2} p_0 - 2 \left[\tau_0 (\sin \psi - \psi \cos \psi) + \tau'_0 \left(1 - \frac{1}{3} \frac{\psi^2}{\beta^2} \right) \right] \\ \sigma_\psi &= \frac{1}{2} p_0 - \frac{1}{2} \frac{\partial \tau}{\partial \psi} = \frac{1}{2} p_0 - \tau_0 \sin \psi - 2\tau'_0 \frac{\psi}{\beta^2} \end{aligned} \right\} \quad (25)$$

et que les conditions

$$\left. \begin{aligned} \sigma_r &= \sigma_r = 0 & \text{pour} & \quad \psi = +\beta, \\ \sigma_r &= -p_0 & \text{pour} & \quad \psi = -\beta. \end{aligned} \right\}$$

sont satisfaites si les contraintes τ_0 , τ'_0 suffisent aux équations

$$\left. \begin{aligned} \tau'_0 (\sin \beta - \beta \cos \beta) + \frac{2}{3} \beta \tau'_0 &= -\frac{1}{4} p_0 \\ \tau_0 \sin \beta + \frac{2}{\beta} \tau'_0 &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (26)$$

4. — Notons enfin que les contraintes secondaires définies par les équations

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial \sigma_r}{\partial \psi} + \tau + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} (r^2 \tau) &= 0 \\ \frac{\partial}{\partial r} (r \sigma_r) - \sigma_r + \frac{\partial \tau}{\partial \psi} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (27)$$

appartiennent à deux groupes :

Le premier a une allure symétrique par rapport au plan bissecteur et conforme aux équations :

$$\left. \begin{aligned} \tau &= T_n \frac{r}{r_0} \frac{\psi}{\beta} (\cos \psi_n - \cos n\pi) \\ \sigma_r &= \frac{3\gamma}{2} T_n \frac{\psi}{r_0} \left[1 + \sin \psi_n - \cos \psi_n - \cos n\pi - \frac{1}{2} n^2 \left(1 - \frac{\psi^2}{\beta^2} \right) \cos n\pi \right] \\ \sigma_\psi &= \frac{1}{2} \sigma_r - \frac{1}{2} \frac{r}{r_0} \frac{T_n}{\beta} (\cos \psi_n - \cos n\pi - \psi_n \sin \psi_n) \\ \psi_n &= \frac{n\pi}{\beta} \quad n = 1, 2, 3, \dots \end{aligned} \right\} \quad (28)$$

Le second groupe a une allure antisymétrique et peut être représenté par les équations :

$$\left. \begin{aligned} \tau &= T_m \left[\left(1 - \frac{\psi^2}{\beta^2} \right) + \varepsilon_m (\cos m\psi - \cos m\beta) \right] \\ \sigma_r &= \frac{3\gamma}{2} T_m \left[\frac{\psi}{\beta} \left(1 - \frac{1}{3} \frac{\psi^2}{\beta^2} \right) + \frac{\varepsilon_m}{m\beta} (\sin m\psi - m\psi \cos m\beta) \right] \\ \sigma_\psi &= \frac{1}{2} \sigma_r + \frac{1}{2} \frac{r}{r_0} T_m \left(1 - \frac{\psi}{\beta} + \varepsilon_m m\beta \sin m\beta \right) \end{aligned} \right\} \quad (29)$$

le rapport entre le coefficient ε_m et le terme m étant défini, conformément aux conditions $\tau'' = \sigma_t'' = \sigma_r'' = 0$ pour $\psi = \pm \beta$, par les équations

$$\begin{aligned} \frac{2}{3} + \frac{\varepsilon_m}{m\beta} (\sin m\beta - m\beta \cos m\beta) &= 0 \\ 2 + m\beta \varepsilon_m \sin m\beta &= 0. \end{aligned}$$

Elles sont compatibles l'une avec l'autre si

$$\operatorname{tg}(m\beta) = \frac{m\beta}{1 - \frac{1}{3} m^2 \beta^2} \quad (30^a)$$

$$\varepsilon_m = \frac{-2}{m\beta \sin m\beta}. \quad (30^b)$$

L'équation 30^a définit toute une gamme de valeurs $m, \beta, m_2\beta, m_3\beta$, conjuguées avec des termes $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3$.

On notera que dans chaque cas le couple

$$\int_{-\beta}^0 r \tau'' d\psi = \int_0^{+\beta} r \tau'' d\psi = 0$$

et que par conséquent les réactions tangentielles agissant sur la surface cylindrique $r = r$ n'affectent nullement le moment de renversement par rapport au sommet O.

Ayant à notre disposition cette multiplicité de valeurs $m\beta$ nous sommes en état, comme on le verra plus tard, de faire usage du calcul des variations pour trouver les valeurs T'_m, T''_m qui correspondent à une condition optimum comme celle posée dans le principe de Castigliano.

B. Exemple : talus avec une pente $\rho = 30^\circ, \beta = 75^\circ$

1. Contraintes virtuelles dues au poids propre

Les équations (24) donnent :

$$\begin{aligned} \tau'_a &= 1,03527 \gamma' r_o \cos \beta & \sigma_a &= -1,36266 \gamma' r_o \cos \beta \\ \tau''_a &= -11,99187 \gamma'' r_o \sin \beta & \tau'''_a &= 8,23580 \gamma'' r_o \sin \beta \end{aligned}$$

La valeur des contraintes primaires calculées au moyen des équations (23) est indiquée dans le tableau VI. On y trouve aussi la valeur des contraintes principales σ_I, σ_{II} et du rapport $\sigma_I : \sigma_{II} = \lambda$.

TABLEAU VI

CONTRAINTES PRIMAIRES DUES AU POIDS PROPRE

Pente du talus $\rho = 30^\circ$ $\beta = 75^\circ$.

ψ	ω	$\frac{\tau'}{\gamma r}$	$\frac{\sigma'_t}{\gamma r}$	$\frac{\sigma'_r}{\gamma r}$	$\frac{\sigma'_{\min}}{\gamma r}$	$\frac{\sigma'_{\max}}{\gamma r}$	$\frac{\tau_{\max}}{\gamma r}$	λ	θ	ε_t	θ_t	η_t	$\eta'_t - \pi$
-60°	-1,3090	-0,03169	-0,24999	-0,14875	-0,13969	-0,25905	-0,05968	0,5392	0,2796	0,3040	0,6334	-2,2220	0,6512
-45°	-1,0472	-0,09570	-0,44180	-0,34372	-0,28521	-0,50030	-0,10754	0,5701	0,5486	0,2774	0,6467	-2,2425	0,6717
-30°	-0,7854	-0,15359	-0,54943	-0,54209	-0,39218	-0,69934	-0,15358	0,5608	0,7735	0,2853	0,6427	-2,2016	0,6308
-15°	-0,5236	-0,17967	-0,57379	-0,70976	-0,44965	-0,83390	-0,19312	0,5392	0,9662	0,3041	0,6334	-2,1232	0,5524
0	-0,2618	-0,16284	-0,53710	-0,84279	-0,46360	-0,89830	-0,21735	0,5161	1,1471	0,3249	0,6229	-2,0318	0,4610
$+15^\circ$	0	-0,10645	-0,46209	-0,86766	-0,43593	-0,89382	-0,22894	0,4877	1,3291	0,3515	0,6097	-1,9388	0,3680
$+30^\circ$	+0,2618	-0,02780	-0,37553	-0,82521	-0,37373	-0,82701	-0,22664	0,4519	1,5093	0,3841	0,5934	-1,8439	0,2731
$+45^\circ$	+0,5236	+0,04354	-0,28328	-0,67986	-0,27852	-0,68464	-0,20306	0,4068	1,6789	0,4352	0,5678	-1,7231	0,1523
$+60^\circ$	+0,7854	+0,06819	-0,17269	-0,41393	-0,15972	-0,43190	-0,13859	0,3564	1,8280	0,4921	0,5394	-1,5820	0,0112

Ce rapport varie entre 0,5701 pour $\psi = -45^\circ$ et 0,3564 pour $\psi = +60^\circ$.

La valeur minimum admissible pour un matériau dont l'angle de frottement serait égal à l'angle de repos est $\lambda = 0,3333$.

2. Contraintes virtuelles dues à une surcharge uniforme p_0 .

Les équations (26) donnent pour $\beta = 75^\circ$.

$$\tau'_b = -3,31453 p_0 \quad \tau''_b = 2,09546 p_0$$

La valeur des contraintes primaires qui correspondent aux équations (25) figure dans le tableau VII.

TABLEAU VII

CONTRAINTES PRIMAIRES DUES A UNE SURCHARGE
UNIFORME p_0

Pente du talus $\rho = 30^\circ$ $\beta = 75^\circ$

ψ	$\frac{\tau'}{p_0}$	$\frac{\sigma'_t}{p_0}$	$\frac{\sigma'_r}{p_0}$
-75°	—	—1,0	—1,0
-60°	+ 0,04503	—0,99042	—0,68122
-45°	+ 0,14479	—0,97320	—0,55042
-30°	+ 0,25243	—0,83880	—0,46218
-15°	+ 0,33210	—0,68299	—0,46544
0	+ 0,36120	—0,5	—0,5
+ 15°	+ 0,33210	—0,31701	—0,53456
+ 30°	+ 0,25243	—0,16120	—0,53782
+ 45°	+ 0,14479	—0,02680	—0,44958
+ 60°	+ 0,04503	—0,00958	—0,31878

2° CONTRAINTES ANTISYMMÉTRIQUES
(Équations 29 et 30)

$$m_1\beta = 5,7637 \quad \varepsilon_1 = 0,69903$$

$$\tau'' = \frac{r}{r_0} T_1'' f_1^*(\psi) \quad \sigma_t'' = \frac{r}{r_0} T_1'' g_1^*(\psi) \quad \sigma_r'' = \frac{r}{r_0} T_1'' h_1^*(\psi).$$

ψ	$f_1^*(\psi)$	$g_1^*(\psi)$	$h_1^*(\psi)$
0	+ 1,09220	0	0
15°	+ 0,63698	—0,73305	+ 1,19272
30°	—0,23539	—0,87965	+ 1,00766
45°	—0,63182	—0,47548	—0,25485
60°	—0,31757	—0,06110	—0,95051

3. Contraintes secondaires.

Nous donnons à titre d'exemple dans le tableau VIII les contraintes secondaires antisymétriques et symétriques calculées pour le premier mode conformément aux équations 28, 29 et 30.

TABLEAU VIII

CONTRAINTES SECONDAIRES DU PREMIER MODE
POUR $\rho = 30^\circ$, $\beta = 75^\circ$

1° CONTRAINTES SYMÉTRIQUES (Équation 28)

$$\psi_1 = \frac{\pi}{\beta} \psi = 2,4 \psi$$

$$\tau'' = \frac{r}{r_0} T_1' f_1(\psi) \quad \sigma_t'' = \frac{r}{r_0} T_1' g_1(\psi) \quad \sigma_r'' = \frac{r}{r_0} T_1' h_1(\psi).$$

ψ	$f_1(\psi)$	$g_1(\psi)$	$h_1(\psi)$
0	0	+ 1,16773	—0,18007
15°	+ 0,36180	+ 1,01823	—0,04080
30°	+ 0,52361	+ 0,65297	—0,28299
45°	+ 0,41459	+ 0,26841	+ 0,55504
60°	+ 0,15278	+ 0,04308	+ 0,51287

4. Effet total du poids propre et de la surcharge.

Supposons que le poids spécifique du matériau est $\gamma = 100 \frac{l}{p^3}$ (1602 kg/m³) et que la surcharge p_0 est égale à $100 \frac{l}{p^2}$ (488,2 kg/m²) où l signifie une livre, p^2 un pied carré, p^3 un pied cube.

Les tableaux VI et VII nous donnent pour ces valeurs les contraintes indiquées dans le tableau IX.

Considérons par exemple le point avec les coordonnées $\psi = +60^\circ$ et $r = 16,36$ pieds. Les contraintes dues au poids propre :

$$\sigma_I = 253,12 \frac{l}{p^2} \quad \sigma_{II} = 706,59 \frac{l}{p^2}$$

$$(\lambda = 0,3564)$$

ne croissent avec la surcharge que dans une faible mesure. On a en effet des contraintes totales :

TABLEAU IX

CONTRAINTES PRIMAIRES DUES AU POIDS PROPRE ET A UNE SURCHARGE $p_0 = 100$ livres/pied carréPente du talus $\rho = 30^\circ$ $\beta = 75^\circ$. Dimensions $\frac{l}{p^2} =$ livres/pied carré.

ψ	r en pieds	τ'_γ	τ'_s	$T'_\gamma + T'_s$	$\sigma'_{i,\gamma}$	$\sigma'_{i,s}$	$\sigma'_{i,\gamma} + \sigma'_{i,s}$	$\sigma'_{r,\gamma}$	$\sigma'_{r,s}$	$\sigma'_{r,\gamma} + \sigma'_{r,s}$	σ'_{\min}	σ'_{\max}	$\lambda' = \frac{\sigma'_{\min}}{\sigma'_{\max}}$
-60°	12,17	- 38,57	+ 4,5	- 34,07	- 304,24	- 99,04	- 403,28	- 181,03	- 68,12	- 249,15	- 241,93	- 410,49	0,5894
-45°	10,04	- 96,08	+ 14,48	- 81,60	- 443,57	- 97,32	- 540,89	- 345,09	- 55,04	- 400,13	- 363,41	- 578,42	0,6283
-30°	9,22	- 141,56	+ 25,24	- 116,32	- 506,57	- 83,88	- 590,45	- 499,81	- 46,22	- 546,03	- 449,80	- 686,68	0,6550
-15°	9,05	- 162,60	+ 33,21	- 129,39	- 519,28	- 68,30	- 587,58	- 643,33	- 46,54	- 688,87	- 499,29	- 777,17	0,6424
0	9,56	- 155,68	+ 36,12	- 119,56	- 513,47	- 50,00	- 563,47	- 788,50	- 50,00	- 838,50	- 518,71	- 883,19	0,5874
$+15^\circ$	10,40	- 110,71	+ 33,21	- 77,50	- 480,57	- 31,70	- 512,27	- 902,57	- 53,46	- 955,83	- 500,07	- 968,03	0,5166
$+30^\circ$	11,76	- 32,69	+ 25,24	- 7,45	- 441,74	- 16,12	- 457,86	- 920,44	- 53,78	- 1024,22	- 456,88	- 1025,20	0,4456
$+45^\circ$	13,80	+ 60,09	+ 14,48	+ 74,57	- 390,93	- 2,68	- 393,61	- 938,33	- 44,96	- 983,19	- 391,34	- 985,46	0,3971
$+60^\circ$	16,36	+ 111,56	+ 4,5	+ 116,06	- 282,52	- 0,96	- 283,48	- 677,19	- 31,88	- 709,07	- 253,86	- 738,70	0,3437

Les indices γ et s dénotent les contraintes dues respectivement au poids propre et à la surcharge.

ψ	ω	$\sigma'_{II} + \sigma'_I$	$\sigma'_{II} - \sigma'_I$	$\sin \varepsilon_i$	ε_i	θ_i	θ	η_i	$\eta'_i - \pi$	$\tau'_i = \frac{\sigma'_{II} - \sigma'_I}{2} \cdot \sin 2\theta_i$	$\sigma'_i = \tau'_i \cdot \cotg \varepsilon_i$	$\tau''_i = \sigma'_i \cdot \tg (34^\circ)$
-60°	- 1,3090	652,43	168,56	0,2584	0,2613	0,6547	0,2082	- 2,1719	+ 0,6011	81,41	318,62	214,91
-45°	- 1,0472	941,83	215,01	0,2283	0,2303	0,6702	0,4309	- 2,1843	+ 0,5775	104,67	462,50	311,96
-30°	- 0,7854	1136,48	236,88	0,2084	0,2100	0,6804	0,6911	- 2,1569	+ 0,5861	115,83	559,66	377,50
-15°	- 0,5236	1276,46	277,88	0,2177	0,2195	0,6757	0,9720	- 2,1713	+ 0,6005	125,61	627,70	423,39
0	- 0,2618	1401,90	364,48	0,2600	0,2630	0,6539	1,2129	- 2,1286	+ 0,5578	175,97	684,44	461,66
$+15^\circ$	0	1468,10	467,96	0,3187	0,3244	0,6232	1,4027	- 2,0259	+ 0,4551	221,77	707,45	477,18
$+30^\circ$	+ 0,2618	1482,08	568,32	0,3835	0,3935	0,5887	1,5576	- 1,8843	+ 0,3135	262,45	701,04	472,86
$+45^\circ$	+ 0,5236	1376,80	594,12	0,4315	0,4462	0,5623	1,6947	- 1,7354	+ 0,1646	267,98	639,92	431,63
$+60^\circ$	+ 0,7854	992,50	484,90	0,4886	0,5105	0,5302	1,8205	- 1,5653	- 0,0055	211,33	449,32	303,07

$$\sigma_I = 253,86 \frac{l}{p^2} \quad \sigma_{II} = 738,70 \frac{l}{p^2} \quad (\lambda = 0,3437),$$

ce qui montre que la surcharge appliquée au plan ($\psi = -\beta$) n'est pas suffisante pour affecter considérablement la stabilité des éléments situés sur le plan $\psi = +60^\circ$.Au fur et à mesure que la surcharge augmente la valeur de λ diminue.

On a pour	$p_0 = 200 \frac{l}{p^2}$	$\sigma_I = 254,57 \frac{l}{p^2}$	$\sigma_{II} = 770,83 \frac{l}{p^2}$	$\lambda = 0,3303$
	$300 \frac{l}{p^2}$	$255,18 \frac{l}{p^2}$	$803,06 \frac{l}{p^2}$	$0,3178$
	$400 \frac{l}{p^2}$	$255,84 \frac{l}{p^2}$	$835,24 \frac{l}{p^2}$	$0,3063$
	$500 \frac{l}{p^2}$	$256,30 \frac{l}{p^2}$	$867,60 \frac{l}{p^2}$	$0,2954$
	$600 \frac{l}{p^2}$	$256,80 \frac{l}{p^2}$	$899,90 \frac{l}{p^2}$	$0,2854$

Si le matériau est dépourvu de toute cohésion et possède un angle de frottement $\varphi = 34^\circ$, la valeur critique $\lambda_{\min} = 0,2827$ est atteinte lorsque la surcharge est d'environ $600 \frac{l}{p^2}$.

On peut démontrer que si r décroît il en est de même pour λ . C'est donc la région la plus proche du sommet qui est relativement la moins stable.

Travail de déformation.

5. Les contraintes primaires définies par les équations (23) et (25) et dont les valeurs figurent dans les tableaux V et VI sont une solution particulière des équations (22), c'est-à-dire un mode particulier d'équilibre.

Les contraintes secondaires qui obéissent aux équations (27) peuvent être représentées par les séries :

$$\left. \begin{aligned} \tau'' &= \frac{r}{r_0} [\Sigma_n T'_n f_n(\psi) + \Sigma_m T''_m f_m^*(\psi)] \\ \sigma_t'' &= \frac{r}{r_0} [\Sigma_n T'_n g_n(\psi) + \Sigma_m T''_m g_m^*(\psi)] \\ \sigma_r'' &= \frac{r}{r_0} [\Sigma_n T'_n h_n(\psi) + \Sigma_m T''_m h_m^*(\psi)] \end{aligned} \right\} \quad (31)$$

les fonctions f_n, g_n, h_n et f_m^*, g_m^*, h_m^* étant définies respectivement par les formules 28 et 29.

Si l'on pose comme principe que le mode d'équilibre le moins stable est celui pour lequel l'énergie potentielle accumulée dans le massif est un minimum, les constantes T'_n, T''_m doivent suffire à des équations :

$$\frac{\delta W}{\delta T} = \int_{r=0}^{r=r_0} \int_{-\beta}^{+\beta} \frac{\mu+1}{E} \left[(\sigma_r + \sigma_t) \frac{\partial}{\partial T} (\sigma_r + \sigma_t) \left(\frac{\mu-1}{\mu} \right) - \left(\sigma_r \frac{\partial \sigma_t}{\partial T} + \sigma_t \frac{\partial \sigma_r}{\partial T} - 2\tau \frac{\partial \tau}{\partial T} \right) \right] r dr d\psi = 0 \quad (32)$$

Afin de simplifier le calcul on peut en première approximation choisir pour E et μ une valeur moyenne et constante, et appliquer les formules

$$\left. \begin{aligned} \int_{-\beta}^{+\beta} \left[\frac{\mu-1}{\mu} (\sigma_r + \sigma_t) (g_n + h_n) - (\sigma_r g_n + \sigma_t h_n - 2\tau f_n) \right] d\psi &= 0 \\ \int_{-\beta}^{+\beta} \left[\frac{\mu-1}{\mu} (\sigma_r + \sigma_t) (g_m^* + h_m^*) - (\sigma_r g_m^* + \sigma_t h_m^* - 2\tau f_m^*) \right] d\psi &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (33)$$

Des calculs préliminaires ont démontré que dans la plupart des cas il suffit de tenir compte uniquement du premier mode d'équilibre symétrique, c'est-à-dire de T'_1, f_1, g_1, h_1 , et du premier mode d'équilibre antisymétrique c'est-à-dire de $T''_1, f_1^*, g_1^*, h_1^*$.

C'est ainsi que nous avons obtenu pour l'effet du poids propre, en faisant usage des valeurs f, g, h indiquées dans le tableau VIII les deux constantes

$$\begin{aligned} T'_1 &= -0,00161 \gamma r_0; \\ T''_1 &= +0,07158 \gamma r_0. \end{aligned}$$

Les contraintes secondaires qui correspondent à ces valeurs ainsi que les contraintes primaires sont indiquées dans le tableau X.

On y trouve aussi les contraintes totales, la différence entre les contraintes principales et le rapport $\frac{\sigma_I}{\sigma_{II}} = \lambda$.

On notera que le travail de déformation dû aux contraintes primaires $W_p = 0,04324 \frac{\gamma^2 r_0^4}{E_c}$ est réduit par la contribution de contrainte secondaire à $W_s = 0,03641 \frac{\gamma^2 r_0^4}{E_c}$

tandis que la valeur moyenne λ^* est réduite de 0,4568 à 0,4410.

La valeur de γ pour le plan $\psi = +60^\circ$ (le plus proche du talus) passe de 0,3564 à 0,3491.

On voit que les contraintes secondaires n'affectent guère λ .

Stabilité du massif.

L'évaluation de la stabilité du massif peut être basée ou bien sur une valeur critique des contraintes principales en un certain point du massif ou sur une valeur critique des contraintes de cisaillement sur une certaine longueur d'une surface de glissement.

1. L'état de contrainte autour d'un point peut être représentée en fonction des contraintes principales σ_I, σ_{II} par le cercle de Mohr (fig. 9).

TABLEAU X

CONTRAINTES PRIMAIRES ET SECONDAIRES DUES AU POIDS PROPRE

Pente $\rho = 30^\circ$ $\beta = 75^\circ$.

ψ	$\frac{\tau'}{\gamma r}$	$\frac{\tau''}{\gamma r}$	$\frac{\tau}{\gamma r}$	$\frac{\sigma'_t}{\gamma r}$	$\frac{\sigma''_t}{\gamma r}$	$\frac{\sigma_t}{\gamma r}$	$\frac{\sigma'_r}{\gamma r}$	$\frac{\sigma''_r}{\gamma r}$	$\frac{\sigma_r}{\gamma r}$	$\frac{\sigma_{II} - \sigma_I}{\gamma r}$	$\frac{\sigma_{II} - \sigma_t}{\gamma r}$	$\sin \varepsilon$	λ
-60°	-0,03169	-0,02148	-0,05317	-0,24999	+0,00430	-0,24569	-0,14875	+0,06121	-0,08154	0,3272	0,1956	0,5978	0,2518
-45°	-0,09570	-0,04451	-0,14021	-0,44180	+0,03900	-0,40280	-0,34372	-0,01761	-0,32611	0,7343	0,2922	0,3979	0,4308
-30°	-0,15359	-0,01621	-0,16960	-0,54943	+0,06191	-0,48752	-0,54209	-0,07259	-0,61468	1,1020	0,3623	0,3042	0,5052
-15°	-0,17967	+0,04618	-0,13349	-0,57379	+0,05562	-0,51817	-0,70966	-0,08530	-0,79496	1,2131	0,3846	0,2929	0,5469
0	-0,16284	+0,07818	-0,08466	-0,53710	-0,00218	-0,53928	-0,84279	+0,00029	-0,84250	1,3818	0,3473	0,2513	0,5983
+15°	-0,10645	+0,04502	-0,06143	-0,46209	-0,05440	-0,51649	-0,86766	+0,08350	-0,78416	1,3007	0,2946	0,2265	0,6307
+30°	-0,02780	-0,01769	-0,04549	-0,37553	-0,06403	-0,43956	-0,82521	+0,07167	-0,75354	1,1931	0,3267	0,2738	0,5694
+45°	+0,04354	-0,04585	-0,00231	-0,28320	-0,03446	-0,31766	-0,67988	-0,01239	-0,69227	1,0099	0,3747	0,3710	0,4588
+60°	+0,06819	-0,02298	-0,00452	-0,17269	-0,00444	-0,17713	-0,41383	-0,06837	-0,48220	0,6593	0,3181	0,4825	0,3491

Valeurs moyennes : $\frac{\sigma_I}{\sigma_{II}} = \lambda_p^* = 0,4568$ pour les contraintes primaires.

$\frac{\sigma_I}{\sigma_{II}} = \lambda_t^* = 0,4410$ pour les contraintes totales.

Travail de déformation : $W_p = 0,04324 \frac{\gamma^2 r_0^4}{E_c}$ pour les contraintes primaires.

$W_t = 0,03641 \frac{\gamma^2 r_0^4}{E_c}$ pour les contraintes totales.

Ce cercle nous donne à la fois la contrainte maximum de cisaillement $\tau_{\max} = \frac{1}{2} (\sigma_{II} - \sigma_I)$, et la contrainte τ_i conjuguée à une contrainte normale σ_i de telle manière que $\frac{\tau_i}{\sigma_i}$ est un maximum. Le facteur décisif pour la stabilité d'un matériau pulvérulent est en effet la valeur limite :

$$\left(\frac{\tau_i}{\sigma_i} \right)_{\max} = \operatorname{tg} \varepsilon_i = \frac{(\sigma_{II} - \sigma_I) \cos \varepsilon_i}{(\sigma_{II} + \sigma_I) - (\sigma_{II} - \sigma_I) \sin \varepsilon_i}.$$

L'angle ε_i est déterminé par l'équation

$$\sin \varepsilon_i = \frac{\sigma_{II} - \sigma_I}{\sigma_{II} + \sigma_I}. \quad (34)$$

L'orientation de la section soumise aux contraintes σ_i , τ_i est fixée par l'angle

$$\theta_i = \frac{1}{2} \left(\frac{\pi}{2} - \varepsilon_i \right). \quad (35)$$

2. Si ε_i est inférieur à l'angle de frottement interne φ , l'état d'équilibre autour du point considéré est stable. La cohésion du matériau n'entre en jeu que si $\varepsilon_i > \varphi$.

Elle assure le maintien de l'équilibre pourvu que :

$$\sigma_{II} (1 - \sin \varphi) - \sigma_I (1 + \sin \varphi) \leq 2 c \cos \varphi \quad (36)$$

Le problème consiste donc à trouver en quel point ε_i est $> \varphi$ et à vérifier si pour ce point l'équation (36) est satisfaite.

Prenons comme exemple le massif avec la pente $\rho = 30^\circ$ ($\beta = 75^\circ$).

Les contraintes principales σ_I , σ_{II} dues au poids propre et les valeurs correspondantes de $\sin \varepsilon_i$ figurent dans le tableau X. Si l'on suppose que φ est égal à ρ , on a $\sin \varphi = 0,5$. Le tableau montre que $\sin \varepsilon_i$ ne s'approche de la valeur limite que dans le voisinage immédiat des bords du massif.

Le cas le plus défavorable est celui du plan $\psi = -60^\circ$ où $\sin \varepsilon_i = 0,5978$. Ce plan est sollicité par les contraintes $\sigma_{II} - \sigma_I = 0,1956 \gamma r$, $\sigma_{II} + \sigma_I = 0,3272 \gamma r$. La cohésion nécessaire pour maintenir l'équilibre est en vertu de l'équation (36) :

$$C_{\min} = \frac{(\sigma_{II} - \sigma_I) - (\sigma_{II} + \sigma_I) \sin \varphi}{2 \cos \varphi} = 0,0185 \gamma r$$

soit pour

$$\gamma = 1600 \text{ kg/m}^3 \text{ et } r = 10,0 \text{ m},$$

$$C_{\min} = 296 \text{ kg/m}^2 = 0,0296 \text{ kg/cm}^2.$$

Il est évident que la cohésion doit être plus forte si φ est faible par rapport à ρ . On a en effet pour le même plan ($\psi = -60^\circ$) :

$$C_{\min} = 712 \text{ kg/m}^2 \text{ pour } \varphi = \frac{2}{3} \rho$$

$$C_{\min} = 1127 \text{ kg/m}^2 \text{ pour } \varphi = \frac{1}{3} \rho.$$

Si φ tend vers zéro la section dangereuse est celle qui est sollicitée par la contrainte maximum de cisaillement.

La section verticale ($\psi = -15^\circ$) ne résistera à la contrainte

$$\tau_{\max} = \frac{1}{2} (\sigma_{II} - \sigma_I) = 0,1923 \gamma r = 3077 \text{ kg/m}^2$$

que si c est $> 3077 \text{ kg/m}^2$.

3. La méthode que nous venons de présenter nous permet de vérifier si une valeur excessive de $\sin \varepsilon_i$ n'apparaît que dans une étroite zone ou dans une région assez large et très proche du talus, et de prédire ainsi l'ampleur éventuelle d'un glissement.

Voyons maintenant dans quelle mesure on peut prévoir la forme du glissement.

Considérons un massif OAB (fig. 8) qui prend appui sur une surface ACB. Si la contrainte de cisaillement τ_i appliquée le long de cette surface est en chaque point celle qui correspond à la condition $\tau_i = \text{maximum}$, c'est donc le long de cette surface que la résistance au glissement est un minimum.

Nous l'appellerons « surface virtuelle de glissement ».

Cette surface de moindre résistance ne correspond pas à la définition conventionnelle d'une surface de glissement, définition qui présuppose que la valeur limite $\tau_i = \sigma_i \tan \varphi + c$ est atteinte simultanément en chaque point de la surface.

Une telle condition n'est en effet satisfaite que lorsque certaines charges sont appliquées sur les bords du massif.

L'orientation de la surface virtuelle de glissement en un point dont les coordonnées sont r et ψ est une fonction de deux angles (fig. 9) :

a) l'angle θ entre le plan OA soumis à la contrainte σ_t et le plan OB soumis à la contrainte principale σ_{\min} .

La grandeur de cet angle est donnée par l'équation

$$\tan 2\theta = - \frac{2\tau}{\sigma_r - \sigma_t} \quad (37)$$

b) l'angle θ_i entre le plan OB et le plan OC soumis aux contraintes σ_i, τ_i . On a démontré que

$$\theta_i = \frac{\pi}{4} - \frac{1}{2} \varepsilon_i \quad (38)$$

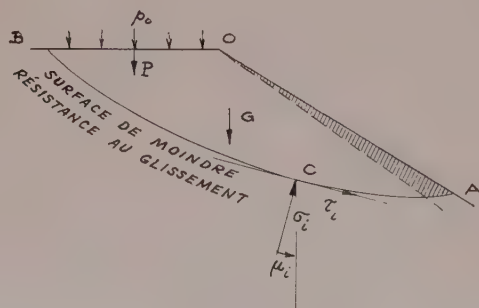


FIG. 8.

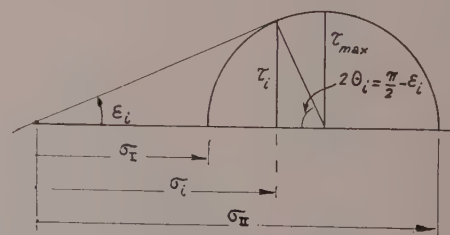
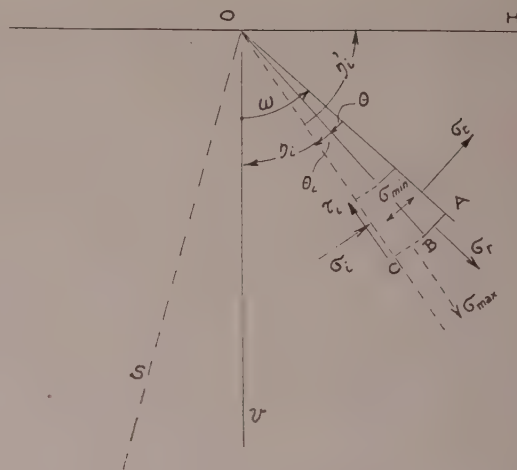


FIG. 9.

L'inclinaison de τ_i est déterminée par rapport au plan vertical OV par l'angle $\eta_i = \omega - (\theta + \theta_i)$ par rapport au plan horizontal OH par l'angle

$$\eta'_i = \frac{\pi}{2} - \eta_i. \quad (40)$$

En appliquant ces formules aux contraintes primaires dues au poids propre on obtient les valeurs $\theta, \varepsilon_i, \theta_i, \eta_i, \eta'_i$ indiquées dans le tableau VI. Nous sommes ainsi en état de tracer une courbe dont la tangente en chaque point a la pente qui correspond à η'_i . C'est par ce procédé que la surface virtuelle de glissement, illustrée par la figure 10, a été construite.

Comme toutes les contraintes primaires sont des fonctions linéaires de la distance r , on peut tracer tout un réseau de courbes semblables.

On notera que le rayon de courbure change de point en point et que par conséquent la courbe de moindre résistance au glissement n'est pas un cercle.

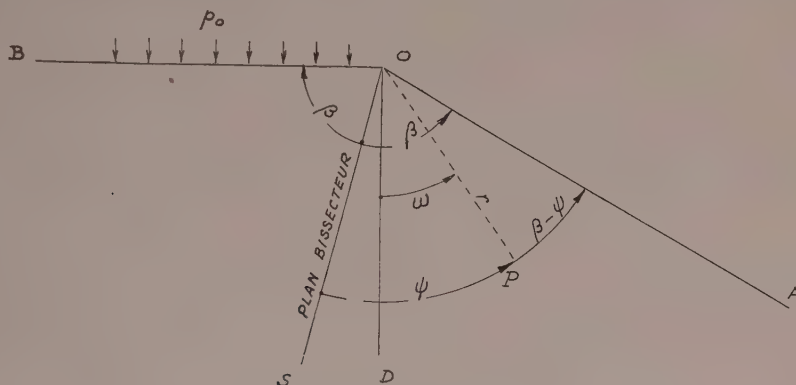


FIG. 10. — Surface de moindre résistance au glissement sous l'effet des contraintes primaires dues au poids propre.

4. Il est évident que la forme et la position de la surface virtuelle de glissement dépendent à la fois du poids propre G du massif BOACB et de la surcharge P appliquée sur le bord OB.

On peut simplifier le problème en remplaçant P par le poids d'une couche de terre dont l'épaisseur est $\frac{P_o}{\gamma}$, ce qui revient à remplacer r par $r + \frac{P_o}{\gamma \cos \alpha}$.

Dans ce cas la surface de glissement pour $P + G$ est tout à fait semblable à celle qui correspond au poids propre G .

Connaissant les coordonnées r et ψ de cette dernière nous sommes en état de calculer les contraintes totales dues à l'action combinée du poids propre et de la surcharge p_o . C'est ainsi que nous avons déterminé pour $p_o = 100 \frac{l}{p^2}$ les contraintes σ_I, σ_{II} et les angles $\theta, \theta_i, \varepsilon_i, \mu_i, \mu'_i$ indiqués dans le tableau IX. Ces derniers diffèrent si peu de ceux qui ont été calculés pour le seul effet du poids propre (tableau VI) qu'il est permis de considérer comme pratiquement identiques les surfaces de glissement pour G et pour $G + P$.

Si un glissement venait à se produire tout le long de la surface de moindre résistance, la masse qui repose sur cette surface et serait entraînée dans le mouvement aurait un poids total $G + P$.

Dans le cas que nous venons de considérer $G = 19400 \frac{l}{p}$.

La surcharge totale est

pour	$p_o = 100 \frac{l}{p^2}$	$200 \frac{l}{p^2}$	$300 \frac{l}{p^2}$	$400 \frac{l}{p^2}$	$500 \frac{l}{p^2}$	$600 \frac{l}{p^2}$
	$P = 1620 \frac{l}{p}$	$3240 \frac{l}{p}$	$4860 \frac{l}{p}$	$6480 \frac{l}{p}$	$8100 \frac{l}{p}$	$9720 \frac{l}{p}$

On a donc :

$G + P = 21020 \frac{l}{p}$	$22640 \frac{l}{p}$	$24260 \frac{l}{p}$	$25880 \frac{l}{p}$	$27500 \frac{l}{p}$	$29120 \frac{l}{p}$
-----------------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------

Nous avons montré que la surcharge critique, susceptible de provoquer un mouvement du talus est

$$p_0 = 600 \frac{l}{p^2} \quad \text{pour} \quad \varphi = 34^\circ \quad \text{et} \quad c = 0.$$

Ainsi la charge totale maximum est $G + P_{\max} = 29120 \frac{l}{p}$.

On pourrait choisir le rapport $\frac{G + P_{\max}}{G} = n$ comme taux de stabilité du talus soit $n = \frac{29120}{19400} = 1,498$.

Ce choix nous paraît judicieux parce qu'ainsi le taux de sécurité est basé sur un système cohérent de charges et contraintes réelles, et non sur les valeurs fictives attribuées dans les calculs conventionnels aux forces tangentielles réparties le long d'une surface de glissement, dont la forme a été prédéterminée d'une manière plus ou moins arbitraire.

Le tableau IX permet de comparer les forces réelles τ_i , σ_i qui agissent sur la surface de moindre résistance avec les valeurs limites $\tau_i^* = \sigma_i \operatorname{tg} \varphi$, calculées pour un angle $\varphi = 34^\circ$.

La valeur moyenne des contraintes réelles est $\tau_i = 161,60 \frac{l}{p^2}$,

celle des contraintes fictives τ_i^* : $353,73 \frac{l}{p^2}$.

Si le taux de stabilité dépendait du rapport de ces deux valeurs on aurait :

$$n = \frac{353,73}{161,60} = 2,19$$

tandis que notre méthode, basée sur les contraintes réelles, donne

$$n = \frac{G + P_{\max}}{G + P_1} = \frac{29120}{21020} = 1,385.$$

Cette comparaison prouve que ce serait une grave erreur de croire que la résistance au cisaillement puisse atteindre en chaque point de la surface de glissement la valeur maximum $\tau_i = \sigma_i \operatorname{tg} \varphi + c$, et de baser l'évaluation du taux de stabilité sur une hypothèse si peu justifiée.

5. Ce qui importe à notre avis c'est de pouvoir vérifier si les contraintes τ_i , σ_i dans la région la plus proche de la base du talus (c'est-à-dire la zone hachurée de la figure 8) sont compatibles avec la nature du stratum.

Supposons par exemple que les propriétés caractéristiques de ce stratum sont :

$$\varphi = 20^\circ (\operatorname{tg} \varphi = 0,364) \quad \text{et} \quad c = 144 \frac{l}{p^2},$$

soit donc

$$\tau_{i\max} = 0,364 \sigma_i + 144.$$

Cette formule donne pour le plan $\psi = +60^\circ$ (où $\sigma_i = 449,32 \frac{l}{p^2}$, $\tau_i = 212,33 \frac{l}{p^2}$) :

$$\tau_{i\max} = 307,5 \frac{l}{p^2},$$

$$\frac{\tau_{i\max}}{\tau_i} = \frac{307,5}{212,33} = 1,455.$$

Ce taux ne diffère guère du taux $n = 1,385$ que nous avons déterminé précédemment en fonction des contraintes à l'intérieur même du massif.

(Reproduction interdite)

NOTES TECHNIQUES

NOTES D'INFORMATION

NOTES TECHNIQUES

déjà parues

1. LE PACHOMÈTRE, *appareil servant à mesurer l'épaisseur de béton recouvrant les armatures.*
2. LES MÉTHODES ATOMIQUES DE MESURE, *permettant de connaître la densité et la teneur en eau des sols et des matériaux.*
3. ÉTUDES SUR LA PERMÉABILITÉ A L'AIR DES FENÊTRES.
4. ÉTUDE SUR LES ROBINETS.
5. FLEXIMÈTRE ENREGISTREUR A DISTANCE.
6. MESURE DES CHALEURS DE PRISE DES BÉTONS.
7. L'APPAREIL A DÉTECTER LES CONDUITES ET LES FUITES D'EAU.
8. LE SCLÉROMÈTRE, *description et caractéristique d'un appareil donnant une première idée de la dureté du béton.*
9. L'AUSCULTATION DYNAMIQUE DES BÉTONS, *Étude des méthodes non-destructives de connaissance générale du béton et des matériaux.*
10. LA PHOTOÉLASTICITÉ (*méthodes permettant, grâce aux propriétés optiques de certaines matières, d'aider et même de suppléer aux calculs de certains ouvrages : ouvrages d'art, barrages, égouts, etc...*)
11. LES CORDES A NŒUDS (*mise au point d'un essai de traction et estampille de garantie*).
12. VÉRIFICATION D'UN BÉTON FRAIS (*méthodes de chantier permettant d'obtenir rapidement la quantité d'eau incluse dans un béton ainsi que la proportion de ses constituants*).
14. COMMENT ÉPARGNER LES « COUPS DE BÉLIER » AUX CANALISATIONS ?
15. ATTAQUE DES TUYAUX PAR LA FLORE MICROBIENNE DE L'EAU.
16. N'APPLIQUEZ PAS N'IMPORTE QUELLE PEINTURE A L'EAU SUR CERTAINS PLATRES.
17. PRÉSERVEZ VOS PLATRES DES TACHES DE GOUDRON ET DE FUSCHINE.
18. QUELS SERVICES ATTENDRE DU PÉNÉTROMÈTRE ?
19. COMMENT LIMITER, SUR CHANTIER, LES EFFETS DU RETRAIT DES CEMENTS ET BÉTONS ?
20. VOS JOINTS DE DILATATION JOUENT-ILS LEUR RÔLE ?
21. COMMENT CONSTRUIRE DES CUVES A ACIDES ?
22. ESSAIS DE PLASTICITÉ SUR MORTIER.
23. CHOISISSEZ ET UTILISEZ LE MACHEFER AVEC SOIN.
24. SAISON CHAUDE ET LIANTS HYDRAULIQUES.
25. UN CAS D'INSONORISATION DE TOITURE MÉTALLIQUE LÉGÈRE.
26. BÉTON ET RADIATIONS ATOMIQUES.
27. LES TACHES DE BISTRE, *comment y remédier, comment les éviter ?*
28. COMMENT PROTÉGER LES TOITURES EN ZINC ?

PLÂTRE,

RETARDATEURS de Prise

et MOISSISSURES

POUR faire suite à l'une de nos précédentes notes, nous avons voulu vérifier le point suivant dont nous n'étions pas sûrs : les retardateurs courants mélangés au plâtre favorisent-ils ou non le développement des moisissures pendant que le plâtre est humide ?

Le Centre Expérimental du Bâtiment et des Travaux Publics a effectué dans ce but une petite étude dont nous vous présentons les conclusions.

Mis à part le sucre et le tanin dont l'emploi est d'ailleurs fort rare sur chantier, les retardateurs usuels semblent être sans action propre et directe sur le développement des moisissures.

Voici maintenant le détail de ces études.

Sur 15 carreaux de plâtre, 2 servent de témoin et ne reçoivent donc pas de retardateur. Ils sont respectivement gâchés à 58,5 % et à 100 % d'eau.

Les 13 autres sont confectionnés avec un plâtre gâché à 100 % d'eau auquel on a adjoint différents retardateurs, à savoir :

— Acide citrique	0,10 %
— Acide tartrique	0,40 %
— Acide tannique	0,25 %
— Sucre	2 %
— Tartrate double	0,25 %
— Urine humaine	10 %
— Chaux hydratée	10 %

Une face seulement de chaque éprouvette est peinte en système multicouche avec une peinture émail pour terminer.

Les peintures sont appliquées après séchage complet du plâtre et une semaine après l'accrochage de la dernière couche les éprouvettes sont placées dans une enceinte saturée d'humidité et maintenue à 20° C.



Moississures.

Après quatre mois, vue des éprouvettes témoins.

— Phosphate trisodique	0,5 %
— Phosphate triammonique	0,6 %
— Carbonate diammonique	3 %
— Bicarbonate de sodium	0,75 %
— Borate de sodium	1,5 %
— Acide phosphorique	0,25 %

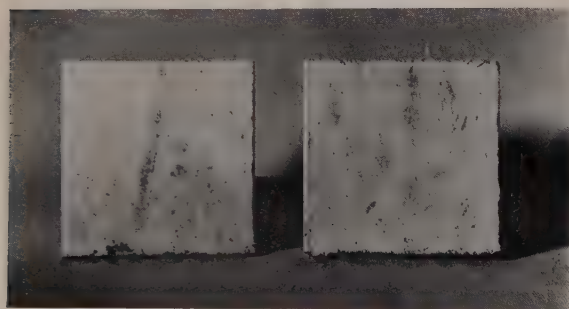
Après trois semaines les éprouvettes ne présentent que des débuts de moisissure sans qu'il soit possible de les classer. Seuls les plâtres retardés au sucre et au tanin présentent un feutrage important de moisissure.



Moisissures.

Après quatre mois, vue des éprouvettes additionnées à gauche de tanin, à droite de sucre.

Après trois mois les accidents progressent lentement mais il n'est pas possible de constater une action décisive de tel ou tel retardateur sur le développement des moisissures.



Moisissures.

Après quatre mois, vue des éprouvettes additionnées à gauche d'urine, à droite de chaux.

Cette expérience nous montre qu'en général les moisissures n'ont pas une prédilection plus marquée pour un plâtre retardé que pour un plâtre normal. Le facteur décisif est l'humidité permanente et c'est elle qui porte l'entière responsabilité des désordres.

Si toutefois les retardateurs de prise du plâtre ne constituent pas une cause spéciale de moisissure, il n'en demeure pas moins vrai que leur usage reste aléatoire et qu'il est préférable de ne pas les utiliser inconsidérément tant que les conséquences de leur emploi ne sont pas toutes connues avec précision.

ACCIDENTS DUS AUX RETARDATEURS

Sur plâtre

— mise en œuvre d'une quantité indéterminée de plâtre mort par méconnaissance du moment de prise.

— modification de l'aspect extérieur de l'enduit : couleurs inattendues, film superficiel, etc...

Sur plâtre et sur peinture

— piqûres, efflorescences, éruptions diverses.

Sur peinture

— perte d'adhérence.

— décomposition des peintures à l'huile par saponification.

— cloquage.



ANTI-GELS...

QU'EST-CE QU'UN BON ANTI-GEL?

LES installations de chauffage à eau chaude de certains immeubles tels que maisons de campagne ou hôtels de plage font l'objet d'une utilisation saisonnière ou même très intermittente pendant la saison froide. Elles risquent donc le coup de froid.

On se souvient à ce propos des dégâts causés par la grande pénurie de fuel de l'hiver dernier qui ne permettait de chauffer en régime normal que pendant quelques heures par jour.

Pour éviter le danger de gel on peut évidemment vidanger mais cette solution, simple en apparence, ne va pas sans inconvénients : la vidange est parfois mal faite en raison des défauts de l'installation, un robinet peu étanche peut remplir lentement le circuit, les tuyaux restant mouillés se rouillent au contact de l'air humide, etc...

Par ailleurs le succès de l'emploi des produits anti-gel dans les réservoirs d'auto a tout naturellement suggéré leur utilisation en matière de chauffage. Il s'agit là bien sûr d'une solution parmi d'autres et qu'il ne faudrait pas élever au rang de technique nécessaire.

Nous limiterons de même le sujet à l'adjonction d'anti-gel dans les installations déjà en service, étant bien entendu que l'usage de tels produits exige des précautions tenant à la qualité de l'anti-gel, au dosage et à certaines mesures pratiques indispensables à une protection convenable.

La liste des anti-gels est assez longue, qu'il s'agisse de divers alcools, de glycérine, de glycols, de sels de calcium ou de sodium, d'huiles hydrocarbonées, etc..... mais tous ne conviennent pas également à la nature particulière du service à rendre.

Voici donc quelques-unes des conditions auxquelles doit répondre un produit anti-gel de bonne qualité :

- *abaissement notable du point de congélation* du fluide chauffant. Il saute aux yeux que cet abaissement dépend étroitement du pourcentage en produit anti-gel, lui-même limité par le prix de revient de l'opération. Mais pour obtenir une marge de sécurité convenable il faut s'en référer aux données climatiques : adopter par exemple la température minimum moyenne, compte tenu de l'emplacement géographique et de l'altitude.

Indiquons aussi que les anti-gels assurent une protection plus grande que ne le laisserait supposer leur point de congélation, car les solutions d'anti-gel ne se solidifient en général qu'à plusieurs degrés au-dessous de leur température de gel.

et **CHAUFFAGE** à eau chaude



● *action non-corrosive.* Le produit d'addition ne doit en aucun cas attaquer, même à la longue, les diverses parties de l'installation. C'est pour cette raison qu'au stade de la fabrication certains anti-gels sont mélangés à des inhibiteurs de corrosion. Les glycols, par exemple, n'ont pas d'effet corrosif mais il faut se méfier des chlorures et ne les employer qu'avec grande précaution.

● *aucun risque d'inflammation.* S'il convient d'écarter les anti-gels volatils qui s'enflamment facilement, on peut par contre retenir l'éthylène glycol ou la glycérine. Outre que ces derniers produits ne « flambent » pas facilement, leur mélange avec l'eau diminue encore très fortement le danger d'incendie.

● *très faible volatilité,* ce qui écarte certains produits utilisés dans l'automobile où la volatilité présente moins d'importance. De ce point de vue les glycols sont à préférer aux alcools.

● *fluidité* aussi voisine que possible de celle de l'eau afin de perturber au minimum le fonctionnement de l'installation. Rappelons que les solutions courantes de glycol sont à peine plus visqueuses que l'eau.

● *prix réduit,* de façon à ne pas constituer une charge trop lourde pour l'exploitation du chauffage.

QUELQUES PRIX APPROXIMATIFS :

Glycol	: 450 F le kg
Alcool méthylique	: 130 F le l
Chlorure de calcium	: 40 F le kg

LE DOSAGE

Du bref examen précédent

résulte que les glycols, et notamment l'éthylène-glycol, conviennent le mieux à la protection contre le gel. Mais quelle quantité de produit faut-il introduire dans l'installation?

On pourrait poser comme principe simple que la quantité d'anti-gel à mélanger à l'eau d'une installation est d'autant plus grande que la température est plus basse et que le volume du système est plus considérable.

Nous avons vu que les anti-gels font souvent leur prise en masse à plusieurs degrés au-dessous de leur point de congélation mais, pour plus de sécurité, il y a lieu de s'en tenir à cette dernière température afin d'éviter que la formation de nombreux cristaux ne transforme le fluide chauffant en une sorte de boue qui circulerait plus lentement.

— Doses d'anti-gel pour le glycol, variable selon la pureté.

Température de gel °C	Dose d'anti-gel en poids %
— 5	14
— 10	25
— 15	30
— 20	36
— 25	41
— 30	46

Par ailleurs le volume en litres de l'installation à protéger commande la quantité de produit à introduire qui est ainsi égale au poids de produit nécessaire à chaque litre multiplié par le nombre de litres de l'ensemble du système.

Évaluation approximative du volume d'une installation de chauffage central : deux modes de calcul.

● compter le volume des radiateurs, ajouter celui de la chaudière et 15 % du total pour la tuyauterie. (Rappelons que le volume d'eau de la chaudière et des radiateurs est indiqué par les fabricants.)

● compter 30 l d'eau pour 1 000 calories par heure à la chaudière (dont la puissance calorifique est aussi fournie par le fabricant).

On peut calculer par les deux méthodes et adopter un chiffre moyen.

QUELQUES SUGGESTIONS PRATIQUES

Afin que l'emploi des anti-gels perturbe le moins possible la marche du chauffage, ne provoque pas d'accidents et donne un meilleur rendement, il est indispensable d'avoir présentes à l'esprit certaines indications et de les mettre en œuvre.

Tout d'abord il faudra accepter de subir quelques modifications dans le débit et la puissance calorifique de l'installation.

D'autre part et compte tenu de la toxicité des anti-gels, il existe des dispositifs d'alimentation en eau présentant une discontinuité avec le système de chauffage. On peut aussi colorer la solution d'anti-gel à l'aide de fluorescéine, colorant très efficace, non toxique et bon marché.

Comme l'éthylène glycol semble donner le maximum de satisfaction, il est toutefois indiqué de le choisir très pur (par exemple glycol D Kuhlmann).

On peut lui adjoindre éventuellement des agents antifuites et des inhibiteurs de corrosion (phosphate de triéthanolamine de préférence).

L'addition d'huiles végétales et de divers sels gras (oléate d'éthyle, stéarate de phényle) peut d'autre part supprimer les mousses qui se produisent souvent avec les anti-gels non-volatils.

Lorsqu'elle est bien étudiée et réalisée dans de bonnes conditions, l'utilisation de certains anti-gels dans le chauffage à eau chaude constitue une bonne parade au gel. Bien entendu il importe de vérifier périodiquement la teneur en anti-gel et l'état de l'installation. Au prix de cette indispensable vigilance les frais engagés paraîtront minimes en regard d'un accident de gel.



d'après R. CADIERGUES, « Protection contre le gel en chauffage à eau chaude et le déneigement thermique » *Ann. I. T. B. T. P.* février 1952 — Équipement technique 22.

SUPPLÉMENT AUX ANNALES DE L'INSTITUT
TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX
PUBLICS N° 120 DE DÉCEMBRE 1957.

Le Directeur-Gérant : P. GUÉRIN

4585-12-57. Typ. FIRMIN-DIDOT et C^{ie}, Mesnil (Eure)
Dépôt légal : 4^e trim. 1957.

Protection du PERSONNEL contre LES MACHINES BRUYANTES

DANS une précédente note nous avons examiné l'emploi des matériaux d'absorption acoustique dans les salles de bureau et les pièces d'habitation dans le but de protéger du bruit et de ses effets physiologiques l'occupant ou le personnel au travail.

Le problème est plus ardu et exige des moyens plus efficaces lorsqu'il s'agit d'ateliers industriels ou de machines très bruyantes; il faut aussi noter que si dans le premier cas quelques principes simples suffisent à éviter des erreurs graves, dans le second il sera toujours bon de recourir à un spécialiste de l'isolation acoustique.

La présente note vise surtout à présenter une solution qui n'a pas encore conquis le marché français alors qu'elle est déjà très développée aux États-Unis. Disons tout de suite que la

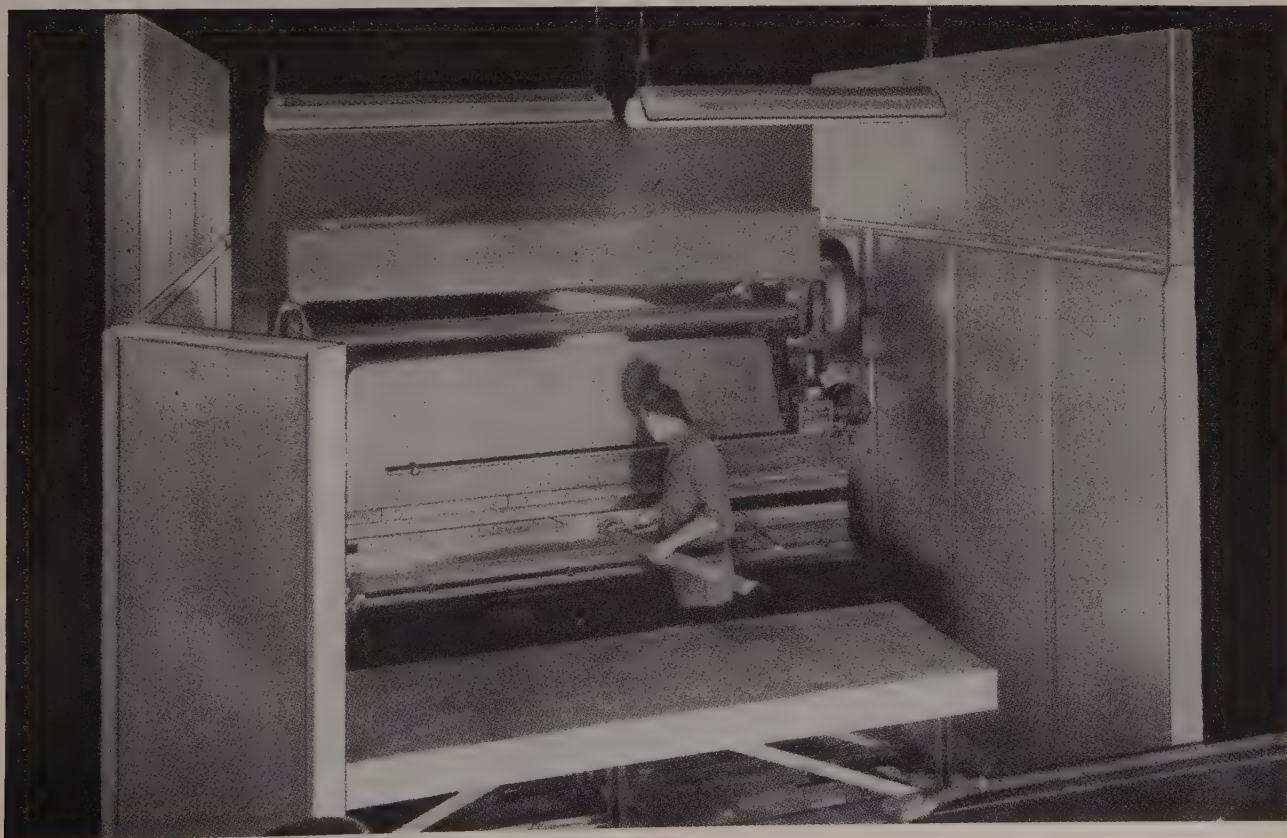
raison principale de ce retard n'est pas tant la méfiance du public à l'égard de l'idée nouvelle que la réticence de la main-d'œuvre à l'égard d'un système qui modifie les conditions psychologiques et les habitudes du travail.

La solution proposée est celle des « cloisons légères et mobiles para-son », qui consiste à entourer le poste de travail de chaque homme d'une sorte de paravent insonore, qui, dans l'état actuel des techniques, est encore opaque à la vue.

SOLUTIONS CLASSIQUES

La solution classique est la même que celle que nous avons précédemment exposée, elle consiste à revêtir partiellement les parois de la salle de matériaux absorbants. C'est une solution coûteuse

Presse entourée de cloisons para-sons.

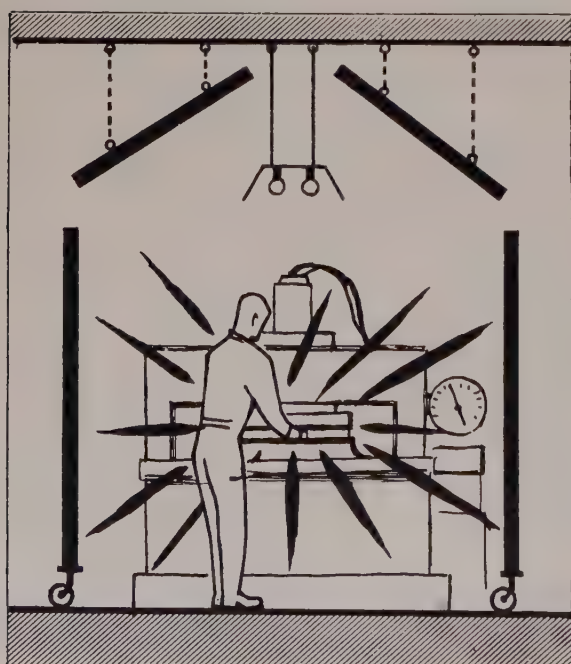


et relativement peu efficace pour son prix si les machines sont très bruyantes. Une autre solution moins courante consiste à aménager pour le personnel une cabine vitrée étanche aux sons; cette méthode convient lorsqu'il s'agit de machines qu'il suffit de surveiller et contrôler et elle est assez coûteuse également car cette cabine étanche doit être artificiellement ventilée et climatisée. Bien entendu entre ces deux solutions existent toutes les variantes intermédiaires selon les dimensions de l'atelier, la nature des machines, l'intensité et la localisation des bruits, etc...

De toutes façons la solution adéquate dans chaque cas particulier ne sera qu'une variante inspirée des deux procédés théoriques d'insonorisation que nous venons de mentionner. Il est bon de faire connaître un troisième procédé qu'on pourra n'adopter que partiellement, et nous en présenterons dans une prochaine note un quatrième.

LA CLOISON PARA-SON

C'est un paravent plus ou moins léger entourant partiellement la machine et l'homme, dont les dimensions sont juste calculées pour permettre à ceux-ci les déplacements nécessaires au travail courant, et qui est surmonté d'abat-sons obliques ou horizontaux.



On voit tout de suite l'inconvénient psychologique de ce système du fait que l'ouvrier se sent isolé de ses voisins et de l'ensemble de l'atelier.

Ces cloisons se présentent généralement comme un assemblage de panneaux garnis d'absorbants acoustiques sur la face interne; elles doivent être essentiellement mobiles pour faciliter les travaux de réparation de machines et dans certains cas on les monte sur des roulettes : c'est-à-dire qu'on ne se soucie pas des fuites acoustiques et qu'il ne se pose donc pas de problèmes délicats de joints entre sol et panneaux ou entre panneaux. Les deux qualités acoustiques exigées de ces panneaux sont seulement une bonne absorption et l'absence d'effet de membrane.

En outre de tels panneaux exposés aux projections d'huiles et graisses doivent pouvoir être facilement nettoyés, ce qui exclut certaines solutions. Des réalisations commodées, efficaces et légères sont constituées de tôles d'aluminium ou d'acier perforé et de laine de verre. On peut estimer qu'un tel système, avec étude et fabrication, doit revenir aux environs de 7 à 8 000 F le mètre carré. Il ne faudrait pas s'en exagérer les qualités acoustiques et nous croyons être prudents en les limitant en moyenne à un abaissement de bruit de 20 décibels, ce qui dans bien des cas est suffisant pour descendre en dessous du seuil dangereux.

UTILISATION DE LA CLOISON PARA-SON

Nous avons déjà dit que chaque cas d'isolation d'ateliers industriels ou de machines pose un problème dont la solution résulte d'une combinaison habile des divers procédés de protection.

Nous ne pouvons donc envisager tous les cas d'utilisation, mais nous croyons qu'un emploi limité de la cloison para-son peut être utile à la solution de nombreux problèmes.

- 1^o Isoler la machine la plus bruyante de l'atelier lorsque son fonctionnement ne demande qu'une surveillance intermittente : compresseur, broyeur...

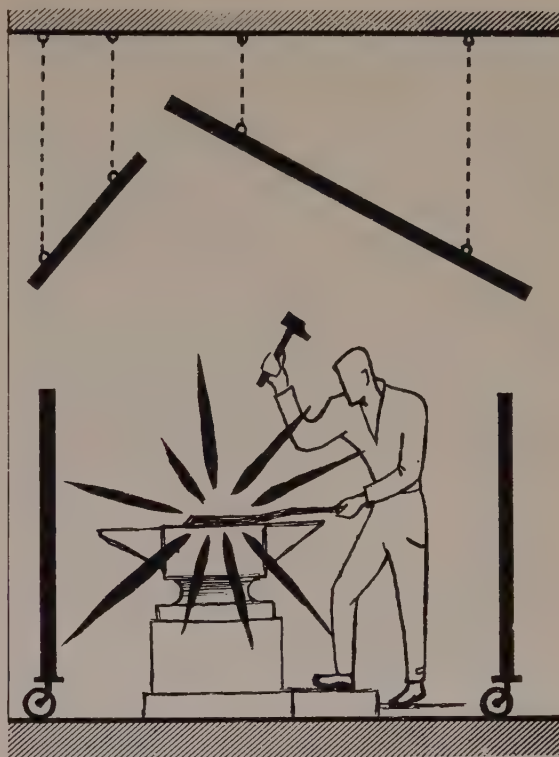
Schéma de cloison para-son

● 2° Isoler du bruit de l'atelier un poste de travail de précision qui requiert de l'ouvrier une attention soutenue.

● 3° Isoler les postes de travail à faible hauteur au-dessus du sol par des cloisons juste assez hautes pour ménager les vues de l'ouvrier et par des abat-sons à hauteur convenable.

Il est toutefois bien évident que dans ces trois cas, et dans bien d'autres que nous ne pouvons citer, un calcul de l'abaissement effectif de l'intensité sonore devra être effectué avant que des frais soient engagés.

*Dispositif para-son pour poste de travail
à faible hauteur du sol*



SUPPLEMENT AUX ANNALES DE L'INSTITUT
TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX
PUBLICS N° 120 DE DÉCEMBRE 1957.

Le Directeur-Gérant : P. GUERIN.

4565-12-57. Typ. FERMIN-DIDOT et C^{ie} Mesnil (Eure)

Dépôt légal : 4^e trim. 1957.

ESSAI DE CORDES A NOEUDS

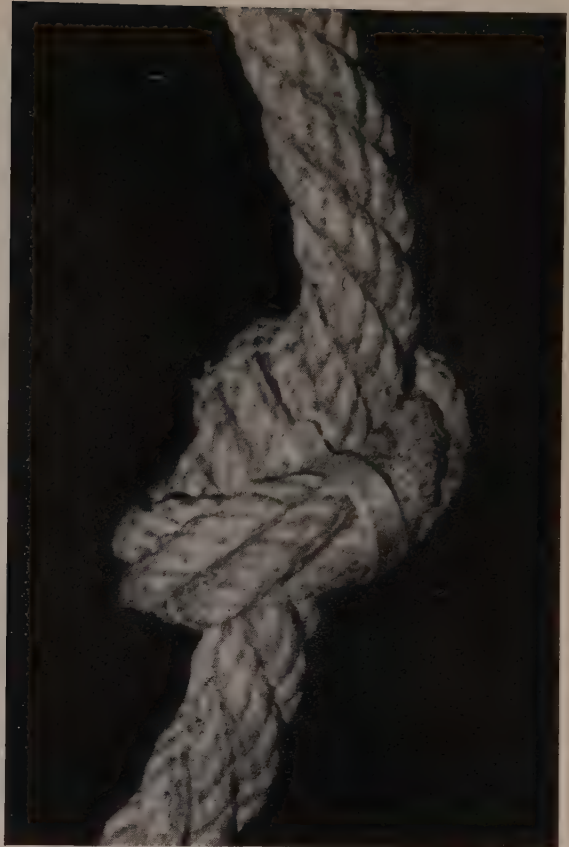
SUR un chantier, la sécurité du travail résulte le plus souvent de l'application rigoureuse d'une série de petites mesures de sécurité telles que le contrôle de la solidité des cordes à nœuds. Dans ce but, les entreprises de couverture et de peinture demandent fréquemment au *Centre Expérimental du Bâtiment et des Travaux Publics* d'essayer les cordes dont elles se servent sur les chantiers.



Comment se présente le problème?

D'une part, il s'agit de déceler l'usure des cordes soumises à l'action du frottement et des intempéries, d'autre part l'entrepreneur doit pouvoir compter sur une méthode d'essai qui lui permette de s'entourer de toutes garanties désirables.

C'est au chef de chantier qu'il revient tout d'abord de juger de l'état d'une corde. S'il a des doutes sur sa solidité, il importe de l'essayer car il y va de la vie de l'ouvrier qui s'y suspendra. Mais cette appréciation approximative ne saurait suffire; c'est régulièrement que les cordes doivent être soumises aux essais : une fois l'an au moins. Au Centre, la réalisation de l'essai a posé quelques délicates questions. Fallait-il effectuer sur la



corde un essai de traction correspondant à une charge double de celle de l'homme — 200 kg environ? — Non, car rien ne dit qu'elle résisterait à un deuxième essai et que l'on n'a pas précisément détruit une partie des brins résistants lors du premier test.

Par ailleurs l'essai non-destructif s'est révélé séduisant mais non probatoire, car lorsque la traction avoisine la limite de résistance les extensions excessives qui se produisent en certains points ne correspondent pas nécessairement aux endroits où la corde cassera si l'essai continue.

Reste l'œil expérimenté du spécialiste de l'essai : lui seul, qui a vu se rompre nombre de cordes, sait déceler les signes de faiblesse locale lorsqu'on exerce une traction de 300 kg sur la corde. En ce cas, il augmente la charge jusqu'à rupture. Tout vaut mieux en effet qu'un risque mortel pour l'homme dont la vie dépendra de cette corde.

Pour faciliter aux entreprises le dépistage des cordes qui ont besoin d'un essai nous avons décidé de les marquer à l'aide d'un anneau de métal fort, fermé par un rivet au sceau de l'I. T. B. T. P. de manière à le rendre inviolable. Cet anneau porte la date de l'essai et le numéro du procès-verbal délivré après test.

PROTECTION DES CORDES SUR CHANTIER

Éviter le contact des substances caustiques : chaux, acide chlorhydrique et chlorure de zinc.

Attention à l'humidité qui affaiblit la fibre par fermentation. Pour cela :

Imprégner complètement les cordes neuves dans un bain à 10⁰/₀ de sulfate de cuivre puis, après séchage, les tremper dans une solution savonneuse à 10⁰/₀ afin d'éviter la pénétration de l'eau dans la corde.

Conserver les cordages dans un local sec et bien aéré, défaire les nœuds si possible et, s'il y a doute, desserrer la corde pour voir si l'intérieur ne sent pas le moisi.



*Fac-similé grossi
du sceau de vérification.*



NOTES D'INFORMATION

déjà parues

1. LES MOULES EN CARTON POUR LES ÉPROUVETTES DE BÉTON.
2. RECHERCHES SUR LE VIEILLISSEMENT ARTIFICIEL DES PEINTURES.
3. QUELQUES LABORATOIRES AFRICAINS.
4. LES LABORATOIRES D'OUTRE-MER.
5. LES PLANCHERS CHAUFFANTS.
6. LES ÉTUDES DU C.E.B.T.P. SUR LES MATÉRIAUX HYDROCARBONES.
7. ÉTUDE DE LA COMPOSITION DU BÉTON.
8. ESSAI DE COMPRESSION DES ÉPROUVETTES DE BÉTON (*description des opérations successives visant à connaître la résistance à la compression d'un béton donné*).
9. ÉTUDE GRANULOMÉTRIQUE D'UN BÉTON.
11. RECHERCHES SUR LES PIERRES DE TAILLE ET SUR LES PIERRES CALCAIRES.
14. LA CORROSION DES CANALISATIONS DE VIDANGE (*appréciation de la tenue des tuyaux en acier pour l'évacuation de toutes les eaux de vidange*).
15. PROBLÈMES DE COMPATIBILITÉ EN PEINTURE.
17. QUE PENSER DES RETARDATEURS DE PRISE DU PLATRE AJOUTÉS SUR CHANTIER ?
18. LA RÉSISTANCE DU BÉTON AU FEU.
19. COMMENT ÉPARGNER LES VIBRATIONS AUX BATIMENTS ?
20. HUMIDITÉ ET VENTILATION DES CANTINES.
21. VERS LES SOLS CONDUCTEURS D'ÉLECTRICITÉ.
22. LES « MOUSTACHES » DES RADIATEURS.
23. MÉFIEZ-VOUS DES CONDENSATIONS DE VAPEUR D'EAU.
24. HUILE DE LIN ET PEINTURES BLANCHES.
25. QU'EST-CE QU'UN MATÉRIAU D'INSONORISATION ?
26. QU'EST-CE QU'UN CIMENT AUX CENDRES VOLANTES ?
27. QUELQUES PROBLÈMES D'ACOUSTIQUE.
28. LES DÉSHÉBANTS ONT-ILS UNE ACTION SUR LES ÉTANCHÉITÉS ?
29. PLANCHERS CHAUFFANTS ET PROTECTION DES TUBES.
30. PLATRE, RETARDATEURS DE PRISE ET MOISSURES.
31. LES ANTI-GELS ET CHAUFFAGE A EAU CHAUDE.
32. PROTECTION DU PERSONNEL CONTRE LES MACHINES BRUYANTES.

SUPPLEMENT AUX ANNALES DE L'INSTITUT
TECHNIQUE DU BATIMENT ET DES TRAVAUX
PUBLIES N° 120 DE DÉCEMBRE 1957.

6, RUE PAUL-VALÉRY PARIS-XVI^e.

4565-12-57. Typ. FERMIN-DIDOT et C^{ie}, Mesnils Envel.
Dépôt légal : 4^e trim. 1957.

Le Directeur-Gérant : P. GUÉRY.

TABLES SYSTÉMATIQUE ET PAR NOMS D'AUTEURS
DES ARTICLES PARUS EN 1957

TABLE PAR SÉRIES

ARCHITECTURE ET URBANISME

Pages.

- AU/23. — La cité Bournazel de Casablanca. Étude et réalisation d'un ensemble de 1 700 logements, par MM. R. DURAND et P. LIONS (janvier 1957)... 1
- AU/24. — Conception, tendances et réalisations actuelles en matière d'espaces verts, par M. J. CHASSE-RAUD (juin 1957)..... 499
- AU/25. — Notes sur l'industrie du bâtiment aux États-Unis recueillies au cours d'un voyage d'études organisé par la Société Centrale Immobilière de la Caisse des Dépôts, par M. J. DUPRAT (juillet-août 1957)..... 655

TECHNIQUE GÉNÉRALE DE LA CONSTRUCTION

- TGC/20. — Réflexions sur la préfabrication légère, par M. A. PUX (mai 1957)..... 409

THÉORIES ET MÉTHODES DE CALCUL

- TMC/27. — La rupture par flexion et par effort tranchant dans les poutres en béton armé, par M. R. CHAMBAUD (février 1957)..... 167
- TMC/28. — Les contraintes virtuelles et la surface de moindre résistance au glissement à l'intérieur d'un massif de terre, par M. H. MARCUS (décembre 1957)..... 1383

ESSAIS ET MESURES

Pages.

- EM/39. — Mesures et effets des vibrations dans les immeubles d'habitation et les bâtiments industriels, par M. G. DAWANCE (juillet-août 1957)..... 713

SOLS ET FONDATIONS

- SF/24. — Étude des fondations en surface, par M. R. L'HERMINIER (janvier 1957)..... 93
- SF/25. — Succion, par M. F. SOEIRO..... 119
- Thermo-osmose, par M. P. HABIB..... 130
- Fondations superficielles, par M. Y. TCHENG (février 1957)..... 137
- SF/26. — Étude des conditions de sédimentation dans l'estuaire de la Seine, par M. B. M. RAJČEVIC (septembre 1957)..... 743
- SF/27. — Essai de poinçonnement sur un groupe de petits pieux (picots), par M. R. L'HERMINIER (décembre 1957)..... 1359

GROS ŒUVRE

- GO/5. — Le complexe acier-béton appliqué à la construction du gros œuvre des immeubles, par M. J. DUTHEIL (septembre 1957)..... 829
- GO/6. — Étude des risques de condensation sur murs de logements habités et sur murs expérimentaux, par M. M. CROISSET (novembre 1957)..... 1269

GO/7. — Contribution à l'étude des problèmes posés par l'utilisation des bétons légers. Le chantier de Noisy-le-Sec (624 logements), par M.H. BODECHER (décembre 1957).....	1319
---	------

CONSTRUCTION MÉTALLIQUE

CM/23. — La charpente soudée de la patinoire fédérale de Boulogne-Billancourt, par M. P. LORIN.....	145
Construction de l'ossature du Centre Hospitalier Régional de Nantes.	
Construction de l'ossature métallique et calcul, par M. G. TURMEL.....	159
Usinage, montage et soudage, par M. A. VOYER (février 1957).....	163
CM/24. — Avantages des ossatures métalliques et des murs-rideaux (curtain-walls) dans la construction rapide et économique d'immeubles, par M. P. MESLAND (mai 1957).....	453
CM/25. — La stabilité des colonnes en acier soumises au flambement-déversement. Réflexions à propos des recherches récentes de MM. Campus et Massonnet sur le flambement de colonnes en acier A 37 en profil en double té, sollicitées obliquement, par M. J. DUTHEIL (juillet-août 1957).....	679
CM/26. — Le soudage dans la construction du nouveau pont-route sur la Save à Belgrade, par M. M. RADOJKOVIC.....	863
Le soudage dans la construction du nouveau palais du Parc des Expositions de Paris, par M. R. DELESQUES (septembre 1957).....	877
CM/27. — L'acier à haute limite élastique en construction soudée, par M. J. GUÉRIN (octobre 1957)...	933

TRAVAUX PUBLICS

TP/42. — Les travaux de Génie civil de la chute de Montélimar sur le Rhône, par M. J. BOUVET (mars-avril 1957).....	279
TP/43. — Les limites actuelles de portée des ouvrages métalliques, en béton armé et précontraint, par M. H. LOSSIER (juin 1957).....	517
TP/44. — La voûte très mince du barrage du Gage, par MM. J. P. FREY et P. CHAUVET (juin 1957)...	537
TP/45. — La reconstruction du viaduc de la Voulte, premier grand pont-rail français en béton précontraint, par M. N. ESQUILLAN (juillet-août 1957).....	613
TP/46. — Problèmes de travaux publics dans la réalisation d'un centre thermo-électrique. Les terrassements et les fondations de Porcheville, par M. F. MARTIN-LAVALLÉE (novembre 1957)...	1247

MATÉRIAUX

M/13. — Les formes modernes de l'emploi du bois dans la construction et le bâtiment, par M. J. CAMPREDON.....	207
Les cloisons sèches à base de bois ou de matériaux dérivés du bois, par M. J. COLLARDET.....	215
Constructions scolaires en bois, par M. M. BINY (février 1957).....	224

<i>BÉTON. BÉTON ARMÉ</i>		Pages.
BBA/42. — Dix ans de bâtiment industriel en République populaire de Pologne, par MM. J. KOPCIOWSKI et W. MEUS (janvier 1957).....		33
BBA/43. — Fissuration des corps fragiles et du béton armé, par M. L. P. BRICE (janvier 1957)...		81
BBA/44. — Semelles en béton armé sur pieux. Premières conclusions tirées des essais en cours de réalisation au Centre Expérimental de Recherches et d'Études du Bâtiment et des Travaux Publics, par M. J. BLEVOT (mars-avril 1957).....		241
BBA/45. — Les coffrages glissants, mode de construction rapide, Bases constructives et théoriques. Possibilités d'application, par M. E. NENIG (mars-avril 1957).....		331
BBA/46. — Que savons-nous de la déformation plastique et du fluage du béton? par M. R. L'HERMITE (septembre 1957).....		777

BÉTON PRÉCONTRAIT

BP/24. — L'usine Thomson-Houston à Angers, par M. T. JEAN-BLOCH (juillet-août 1957).....	641
BP/25. — Projet et exécution des sous-sols du Centre de Documentation de la Recherche Scientifique, par M. L. P. BRICE (septembre 1957).....	811
BP/26. — Expériences de relaxation des contraintes dans le béton précontraint, par MM. G. DAWANCE et A. CHAGNEAU.....	1342
Choix des contraintes admissibles initiales dans les aciers pour béton précontraint, par M. A. CHAGNEAU (décembre 1957).....	1353

ÉQUIPEMENT TECHNIQUE

ET/55. — Variations thermiques de l'étanchéité en couverture en fonction des phénomènes de rayonnement, par M. A. POIRSON.....	251
Action des désherbants sur les produits d'étanchéité, par M. M. BOUTIER.....	265
Recherches physico-chimiques sur le vieillissement des bitumes et les moyens d'y remédier, par M. R. DUBRISAY (mars-avril 1957).....	275
ET/56. — JOURNÉES INTERNATIONALES DE CHAUFFAGE, VENTILATION ET CONDITIONNEMENT DE L'AIR DE MAI 1957	

Chauffage urbain et collectif.

Choix des températures et des pressions maximales dans les chauffages à distance, par M. H. MARCQ.....	993
Installations de chauffage urbain à eau chaude pulsée à pression atmosphérique, par M. P. CHAVANNES.....	1005
Développement du chauffage central des bâtiments urbains en U. R. S. S., par M. I. F. LIVTCHAK.....	1015

	Pages.
Les pertes de chaleur dans les canalisations enterrées. Études expérimentales, par M. I. ENEBORG.....	1034
Des pertes de chaleur dans les canalisations de chauffage à distance. La prédétermination par M. G. BURNAY.....	1041
Applications et enseignements de résultats d'essais analogiques sur conduites enterrées, par M. H. MARCO.....	1057

Visites d'installations.

Visite des installations de chauffage et ventilation de la Nouvelle Faculté de Médecine, par MM. MADELINE, PIOT et LAILLER.....	1067
Visite de la centrale de conditionnement d'air des Buttes-Chaumont de la Radiodiffusion Télévision Française et de l'équipement d'un studio de télévision, par MM. CONTURIE, CHATELAN, BERGEON et COLLIN.....	1075
Visite de l'installation thermique des nouveaux bâtiments de l'UNESCO.....	1091
Visite de la chambre d'essais des corps de chauffe du Centre Expérimental de Recherches et d'Études du Bâtiment et des Travaux Publics, par MM. G. DAWANCE, J. TIREL et M. PIOT..	1095
Visite d'installations de la Compagnie Parisienne de Chauffage Urbain (octobre 1957).....	1118

Conditionnement d'air.

ET/57. — Importance et conditions de réalisation des installations de conditionnement d'air, par M. E. RELIER.....	1128
Conditionnement d'air dans l'industrie française, par M. P. BLONDEL.....	1133
Le conditionnement d'air des salles d'opérations, par M. M. PIOT.....	1151
Étude des différents matériels frigorifiques utilisés pour le conditionnement d'air industriel, par M. P. COKELAERE.....	1159
Le filtrage et le dépoussiérage de l'air dans l'équipement du conditionnement d'air industriel, par M. A. JEANMAIRE.....	1166
Application des matériels de régulation électronique aux problèmes de réglage de commande automatique et de sécurité des installations de conditionnement d'air industriel, par M. J. RAUSSOU.....	1173

Conduits de fumées

Conduits de fumées domestiques, par M. P. BECHER.....	1187
Les matériaux de conduits de fumées, par M. A. CLAUDON.....	1198
Doctrine de construction des conduits de fumées, par M. R. CADIÈRGUES (novembre 1957).....	1221
ET/58. — Tendances internationales sur les méthodes d'installations électriques, par M. R. COMTET (décembre 1957).....	1335

QUESTIONS GÉNÉRALES

	Pages.
QG/31. — Des aspects techniques de la politique du logement dans divers pays d'Europe, par M. C. BONNOME (janvier 1957).....	63
QG/32. — Application à la construction des bâtiments des données de la physiologie humaine, par M. R. LEROUX (mai 1957).....	377
QG/33. — Quelques problèmes posés par la construction et l'exploitation des grands aéroports, par M. P. COT (mai 1957).....	435
QG/34. — L'assainissement de l'agglomération parisienne par M. P. KOCH (septembre 1957).....	885

DOCUMENTATION TECHNIQUE

DT/101. — Documentation réunie en octobre 1956 (janvier 1957).....	103
DT/102. — Documentation réunie en novembre 1956 (février 1957).....	227
DT/103. — Documentation réunie en décembre 1956 (mars-avril 1957).....	315
DT/104. — Documentation réunie en janvier-février 1957 (mai 1957).....	477
DT/105. — Documentation réunie en mars 1957 (juin 1957).....	595
DT/106. — Documentation réunie en avril 1957 (juillet-août 1957).....	729
DT/107. — Documentation réunie en mai-juin 1957 (septembre 1957).....	847
DT/108. — Documentation réunie en juillet 1957 (octobre 1957).....	969
DT/109. — Documentation réunie en août 1957 (novembre 1957).....	1301
DT/110. — Documentation réunie en septembre 1957 (décembre 1957).....	1369

MANUEL DE LA CHARPENTE EN BOIS

MCB/16. — Le trait de charpente (Troisième partie). L'escalier II. Escaliers à volées droites et escaliers à marches balancées sur poteaux à quartiers tournants, par M. J. JAROUSSEAU (juin 1957).....	561
---	-----

MANUEL DE LA CONSTRUCTION MÉTALLIQUE

MCB/13. — Poteaux (mai 1957).....	421
-----------------------------------	-----

HORS SÉRIE

HS/II. — Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics. Nouvelle série. Tables systématique et par noms d'auteurs des articles parus en 1957 (décembre 1957).....	1403
--	------

SUPPLÉMENTS

NOTES TECHNIQUES

- N. T. 1. — Le pachomètre (mars-avril 1957).
 N. T. 2. — Les méthodes atomiques de mesure (février 1957).
 N. T. 3. — Études sur la perméabilité à l'air des fenêtres (février 1957).
 N. T. 4. — Étude sur les robinets (mars-avril 1957).
 N. T. 5. — Fleximètre enregistreur à distance (mai 1957).
 N. T. 7. — L'appareil à détecter les conduites et les fuites d'eau (février 1957).
 N. T. 8. — Le scléromètre (juin 1957).
 N. T. 10. — Quels services attendre de la photoélasticité? (mai 1957).
 N. T. 11. — Essais de cordes à nœuds (décembre 1957).
 N. T. 19. — Comment limiter sur chantier les effets du retrait des ciments et bétons? (juillet-août 1957).
 N. T. 21. — Comment construire des cuves à acides? (janvier 1957).
 N. T. 22. — Essais de plasticité sur mortier (février 1957).
 N. T. 23. — Choisissez et utilisez le mâchefer avec soin (mars-avril 1957).
 N. T. 24. — Saison chaude et liants hydrauliques (juillet-août 1957).
 N. T. 25. — Un cas d'insonorisation de toiture métallique légère (septembre 1957).
 N. T. 26. — Béton et radiations atomiques (novembre 1957).
 N. T. 27. — Les taches de bistre. Comment y remédier? Comment les éviter? (novembre 1957).
 N. T. 28. — Comment protéger les toitures en zinc? (novembre 1957).

NOTES D'INFORMATION

- N. I. 1. — Les moules en carton pour les éprouvettes de béton (juillet-août 1957).
 N. I. 2. — Vieillessement artificiel des peintures (octobre 1957).
 N. I. 7. — Étude de la composition du béton (février 1957).
 N. I. 8. — Essai de compression des éprouvettes de béton (juin 1957).
 N. I. 9. — Étude granulométrique d'un béton (mai 1957).
 N. I. 15. — Problèmes de compatibilité en peinture (septembre 1957).
 N. I. 17. — Que penser des retardateurs de prise du plâtre ajoutés sur chantier? (septembre 1957).
 N. I. 18. — Résistance du béton au feu (juin 1957).
 N. I. 23. — Méfiez-vous des condensations de vapeur d'eau (janvier 1957).
 N. I. 24. — Huile de lin et peintures blanches (mars-avril 1957).
 N. I. 25. — Qu'est-ce qu'un matériau d'insonorisation? (juillet-août 1957).
 N. I. 26. — Qu'est-ce qu'un ciment aux cendres volantes? (septembre 1957).
 N. I. 27. — Quelques problèmes d'acoustique (octobre 1957).
 N. I. 28. — Les déséchanters ont-ils une action sur les étanchéités? (octobre 1957).
 N. I. 29. — Planchers chauffants et protection des tubes (novembre 1957).
 N. I. 30. — Plâtre, retardateurs de prise et moisissures (décembre 1957).
 N. I. 31. — Anti-gel et chauffage à eau chaude (décembre 1957).
 N. I. 32. — Protection du personnel contre les machines bruyantes (décembre 1957).

TABLE PAR NOMS D'AUTEURS

(Les lettres renvoient aux différentes séries de la table précédente).

BECHER (P.), ET/57.
 BERGEON (M.), ET/56.
 BINY (M.), M/13.
 BLEVOT (J.), BBA/44.
 BLONDEL (P.), ET/57.
 BODECHER (H.), GO/7.
 BONNOME (C.), QG/31.
 BOUTIER (M.), ET/55.
 BOUVET (J.), TP/42.
 BRICE (L. P.), BBA/43, BP/25.
 BURNAY (G.), ET/56.

CADIÈRGUES (R.), ET/57.
 CAMPREDON (J.), M/13.
 CHAGNEAU (A.), BP/26.
 CHAMBAUD (R.), TMC/27.
 CHASSERAUD (J.), AU/24.
 CHATELAN (M.), ET/56.
 CHAUVET (P.), TP/44.
 CHAVANNES (P.), ET/56.
 CLAUDON (A.), ET/57.
 COKELAERE (P.), ET/57.
 COLLARDET (J.), M/13.
 COLLIN (D.), ET/56.
 COMTET (R.), ET/58.
 CONTURIE (L.), ET/56.
 COT (P.), QG/33.
 CROISSET (M.), GO/6.

DAWANCE (G.), EM/39, BP/26, ET/56.

DELESQUES (R.), CM/26.
 DUBRISAY (R.), ET/55.
 DUPRAT (J.), AU/25.
 DURAND (R.), AU/23.
 DUTHEIL (J.), CM/25, GO/5.

ENEBORG (I.), ET/56.
 ESQUILLAN (N.), TP/45.

FREY (J. P.), TP/44.

GUÉRIN (J.), CM/27.

HABIB (P.), SF/25.

INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT ET
 DES TRAVAUX PUBLICS, DT/101, DT/102,
 DT/103, DT/104, DT/105, DT/106, DT/
 107, DT/108, DT/109, DT/110, MCM/13,
 NI/1, NI/2, NI/7, NI/8, NI/9, NI/15,
 NI/17, NI/18, NI/23, NI/24, NI/25, NI/26,
 NI/27, NI/28, NI/29, NI/30, NI/31, NI/32,
 NT/1, NT/2, NT/3, NT/4, NT/5, NT/7,
 NT/8, NT/10, NT/11, NT/19, NT/21,
 NT/22, NT/23, NT/24, NT/25, NT/26,
 NT/27, NT/28, HS/11.

JAROUSSEAU (J.), MCB/16.
 JEAN-BLOCH (T.), BP/24.
 JEANMAIRE (A.), ET/57.

KOCH (P.), QG/34.
 KOPCOWSKI (J.), BBA/42.

LAILLER (J.), ET/56.
 LEROUX (R.), QG/32.
 L'HERMINIER (R.), SF/24, SF/27.
 L'HERMITE (R.), BBA/46.
 LIONS (P.), AU/23.
 LIVTCHAK (I. F.), ET/56.
 LORIN (P.), CM/23.
 LOSSIER (H.), TP/43.

MADELINE (L.), ET/56.
 MARCQ (H.), ET/56.
 MARCUS (H.), TMC/28.
 MARTIN LAVALLÉE (F.), TP/46.
 MESLAND (P.), CM/24.
 MEUS (W.), BBA/42.

NENNIG (E.), BBA/45.
 PIOT (M.), ET/56, ET/57.
 POIRSON (A.), ET/55.
 PUX (A.), TGC/20.

RADOJKOVIC (M.), CM/26.
 RAJČEVIC (B. M.), SF/26.
 RAUSSOU (J.), ET/57.
 RELIER (E.), ET/57.

SOEIRO (F.), SF/25.
 TCHENG (Y.), SF/25.
 TIREL (J.), ET/56.
 TURMEL (G.), CM/23.

VOYER (A.), CM/23.

(Reproduction interdite.)

MARDI 11 MARS 1958*, à 17 h 30, 7, rue La Pérouse

**COMPTE RENDU DES ESSAIS EFFECTUÉS
SUR LES ACIERS A HAUTE RÉSISTANCE
POUR LE BÉTON ARMÉ ET SUR LES TREILLIS SOUDÉS**

par M. J. PERCHAT, Ingénieur des Arts et Manufactures.

MARDI 18 MARS 1958, à 17 h 30, 7, rue La Pérouse

sous la présidence de M. Henry LOSSIER,
Ingénieur-Conseil

EXPERTS, EXPERTISES ET LABORATOIRES

par M. R. L'HERMITE, Délégué Général des Laboratoires du Bâtiment et des Travaux Publics.

MARDI 25 MARS 1958*, à 17 h 30, 7, rue La Pérouse

sous la présidence de M. A. CAQUOT, Membre de l'Institut

HALL DES EXPOSITIONS DE NICE

par M. Roger PELNARD-CONSIDERE, ancien Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Ingénieur-Conseil.

MARDI 15 AVRIL 1958, à 17 h 30, 7, rue La Pérouse

STABILISATION DES SOLS ROUTIERS

par M. Raymond PELTIER, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Directeur de Recherches et d'Essais au Laboratoire Central des Ponts et Chaussées.

MARDI 22 AVRIL 1958, à 17 h 30, 7, rue La Pérouse

Séance organisée avec la Société des Ingénieurs Civils de France

LE BARRAGE DE KARIBA SUR LE ZAMBÈZE (RHODÉSIE)

par M. André COYNE.

MARDI 29 AVRIL 1958, à 17 h 30, 7, rue La Pérouse

**IMPORTANCE RELATIVE DES ERREURS DE DOSAGE
DANS LA CONFECTION DU BÉTON. ESSAIS STATISTIQUES**

par M. VIRONNAUD, Chef du Service Matériaux au Centre Expérimental de Recherches et d'Études du Bâtiment et des Travaux Publics.

MARDI 6 MAI 1958*, à 17 h 30, 7, rue La Pérouse

sous la présidence de M. REROLLE,
Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées du département du Rhône

**LE PONT DE LATTRE DE TASSIGNY
ET SON CARREFOUR A TROIS NIVEAUX RIVE DROITE**

par MM. A. DUCLOT, Directeur de la Compagnie Lyonnaise d'Entreprises et de Travaux d'Art; XERCIVINS, Ingénieur à la S.T.U.P.; THIEBAULT, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

VENDREDI 9 MAI 1958, à 16 h 30, 7, rue La Pérouse

sous la présidence de M. CHARLENT,
Président de l'Union des Patrons Installateurs Sanitaires
et Couvresseurs de France

**LE NOUVEAU CODE DU GAZ ET LA DISTRIBUTION DES GAZ
(PROPANE, AIR PROPANÉ, GAZ DE LACQ) EN MATIÈRE D'HABITATION**

*séance organisée avec l'Association Française des Ponts et Charpentes.

MARDI 13 MAI 1958, à 17 h 30, 7, rue La Pérouse

L'AMÉNAGEMENT HYDRO-ÉLECTRIQUE DE LA DURANCE

par M. J. CABANIUS, Directeur de la Région d'Équipement Hydraulique Alpes III d'Électricité de France.

MARDI 3 JUIN 1958, à 17 h 30, 7, rue La Pérouse

sous la présidence de M. L'HERMITE,
Délégué Général des Laboratoires du Bâtiment
et des Travaux Publics

BÉTON INJECTÉ OU BÉTON DE BLOCAGE

par M. J. CHEFDEVILLE, Chef de Service au Centre Expérimental de Recherches et d'Études du Bâtiment et des Travaux Publics.

VENDREDI 6 JUIN 1958, à 17 h 30, 3, rue de Lutèce

LA PROTECTION DES CONDUCTEURS ÉLECTRIQUES

par M. HUGUET, Ingénieur E.S.E., Vice-Président Délégué de la Fédération Nationale de l'Équipement Électrique.

MARDI 10 JUIN 1958, à 17 h 30, 7, rue La Pérouse

**CONSTRUCTION DE QUAIS DANS LES FLEUVES A FORT COURANT
EXEMPLE DU PORT DE MATADI (CONGO BELGE)**

par M. Claude HERSENT, Ingénieur civil M.I.T.

MARDI 17 JUIN 1958, à 17 h 30, 7, rue La Pérouse

sous la présidence de M. G. TOURNIER,
Directeur de la Compagnie Nationale du Rhône

**LES TRAVAUX DE GÉNIE CIVIL DE LA CHUTE DE BAIX-LE-LOGIS-NEUF
SUR LE RHONE**

par M. PELLETIER, Directeur à la Direction Générale de l'Entreprise Industrielle.

MARDI 24 JUIN 1958, à 17 h 30, 7, rue La Pérouse

PRÉFABRICATION ET RÈGLEMENTS. HISTOIRE D'UN CHANTIER

par M. BALENCY-BEARN.

**L'INFORMATION TECHNIQUE
CINÉMATOGRAPHIQUE**

Les séances ont lieu le **mercredi, à 18 h.**, Salle de la Fédération Nationale du Bâtiment, 7, rue La Pérouse, Paris-XVI^e, aux dates suivantes pour l'année 1958 :

8 janvier, 12 février, 12 mars, 16 avril, 21 mai, 11 juin, 12 novembre, 10 décembre

Elle sont accessibles aux adhérents ayant versé à ce titre une cotisation spéciale. La carte d'inscription doit être présentée à l'entrée.

Programme de la séance du **MERCREDI 8 JANVIER 1958, à 18 h.**

**IRRIGATION DE LA PLAINE DES TRIFFA. LE CORBUSIER,
ARCHITECTE DU BONHEUR. LE MATÉRIEL DE COMPACTAGE**

ANNONCES

COURRIER DE NORMALISATION — N° 137

Le « Courrier de la Normalisation » groupera désormais périodiquement dans une rubrique étoffée les articles et informations relatifs aux divers sujets intéressant le Bâtiment.

PAGES SPÉCIALES « BATIMENT » (septembre-octobre 1957).

- Note à l'attention de MM. les Architectes.
- Réunion du Comité technique ISO TC 59 : Constructions immobilières et du Sous-Comité technique ISO TC SC 1 : Coordination modulaire.
- Acoustique. Mesure du coefficient d'absorption en salle réverbérante, par M. Pujolle, Ingénieur en Chef des Télécommunications à la Radiodiffusion-Télévision française.
- Le numéro « Construction » de l'Agence Européenne de Productivité.
- L'effet du gel sur les matériaux de construction, par M. Vironnaud, Secrétaire de l'Association Française de Recherches et d'Essais sur les Matériaux et les Constructions.
- Serrures à mortaiser verticales;
- La norme des garde-corps;
- La normalisation des plâtres par M. Rousset :

— Le troisième Salon International des Travaux Publics et du Bâtiment.

— La réunion des Commissions techniques de la Fédération Européenne des parquets.

JOURNÉES-EXPOSITION DE LA PEINTURE Paris, 28 - février - 9 mars 1958

On annonce que la quatrième session des Journées-Exposition de la Peinture (Architecture-Bâtiment-Industrie-Agriculture) se tiendra en 1958 du 28 février au 9 mars, au Parc des Expositions, à la porte de Versailles, en liaison avec le Salon des Arts Ménagers et dans le cadre de la campagne nationale « Toilette de la France ».

Biennale de la peinture et de la couleur, cette manifestation s'étendra aux revêtements en général, à la protection contre la corrosion, à la décoration et à l'entretien de l'habitat urbain et rural, aux couleurs d'ambiance et de sécurité, ainsi qu'aux nouveaux matériels et fournitures d'application.

Sont prévus par les organisateurs :

- des stands d'exposition;
- des chantiers de démonstration;
- et un cycle de causeries techniques et pratiques.

Tous renseignements peuvent être obtenus à la revue **Travaux de Peinture**, organisatrice des Journées-Exposition, 28, rue Saint-Dominique, Paris (7^e).

Vient de paraître :

DANS LA COLLECTION DE L'ASSOCIATION SCIENTIFIQUE DE LA PRÉCONTRAINTE

Compte rendu de la session d'études de l'Association Scientifique de la Précontrainte des 8 et 9 Novembre 1956

- I — Spécification et cahier des charges pour la fourniture des aciers.
- II — Tensions admissibles pour les aciers.
- II — Corrosion des Aciers. Questions diverses concernant les aciers.

ANNEXE. — **Spécifications techniques** pour la fourniture de fils en acier à haute résistance pour construction en béton précontraint.

Ce Compte rendu est adressé aux Membres de l'Association Scientifique de la Précontrainte qui ont participé à la Session.

Il est en vente à la **Documentation technique du Bâtiment et des Travaux Publics**, 6, rue Paul-Valéry, PARIS-XVI^e, au prix de **1 000 F.** (franco : **1 050 F.**) — C. C. P. PARIS 8524-12. Ce prix est ramené à **800 F.** (franco : **850 F.**) pour les membres de l'A. S. P.

La deuxième Session d'études organisée par l'Association Scientifique de la Précontrainte aura lieu les 16 et 17 Janvier 1958, (voir programme p. 2 de la couverture).

Pour tous renseignements concernant l'adhésion à l'A. S. P. s'adresser 6, rue Paul-Valéry, PARIS XVI^e (Tél. : Kléber 48-20, poste 82) — cotisation 1957 : **500 F.**

ENTREPRENEURS, subventionnez sans charge nouvelle

L'INSTITUT TECHNIQUE DU BATIMENT et des TRAVAUX PUBLICS,

en lui attribuant une part de la taxe d'apprentissage à laquelle la loi assujettit les Entreprises

Vous aiderez ainsi ses travaux et ses différentes activités : enseignement expérimental, conférences, information technique cinématographique, publications, documentation, études et recherches, dont le programme est établi chaque année en fonction des besoins professionnels, et bénéficierez de leur développement.

L'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics peut recueillir, au titre des Cadres Supérieurs, de 5 à 30 % de la taxe d'apprentissage suivant la catégorie professionnelle à laquelle appartient l'Entreprise.

Répondez à son appel en lui adressant votre subvention, soit directement : 6, rue Paul-Valéry, Paris-XVI^e (C.C.P. Paris 1834-66), soit par l'intermédiaire de l'organisme syndical professionnel auquel vous êtes affiliés si celui-ci se charge de la répartition de votre taxe d'apprentissage,